

VŠB -Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra elektroniky

**Analýza systému přepřínování motorů 1.9 TDi, 1.9
TDi PD koncernu VW**

**Boosting System Analisation of VW Concern Engine
1.9 TDi, 1.9 TDi PD**

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra elektroniky

Zadání bakalářské práce

Student:

Michal Strachota

Studijní program:

B2649 Elektrotechnika

Studijní obor:

2602R014 Aplikovaná a komerční elektronika

Téma:

Analýza systému přepínání motorů 1.9 TDi, 1.9 TDi PD koncernu
VW
Boosting System Analisation of VW Concern Engine 1.9 TDi, 1.9 TDi
PD

Zásady pro vypracování:

1. Zpracujte rešerši koncepčních řešení a funkčních vlastností jednotlivých systémů přepínání.
2. S využitím válcové výkonové zkušebny proveďte praktické ověření vlastností regulačních obvodů u systémů přepínání motorů typu 1.9 TDi, 1.9 TDi PD koncernu VW.
3. Dle pokynů vedoucího vypracujte typizovanou laboratorní úlohu pro vybraný systém přepínání.

Seznam doporučené odborné literatury:

Dle pokynů vedoucího bakalářské práce.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Petr Šimoník, Ph.D.**

Datum zadání: 20.11.2009

Datum odevzdání: 07.05.2010



doc. Ing. Petr Palacký, Ph.D.
vedoucí katedry



prof. Ing. Ivo Vondrák, CSc.
děkan fakulty

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou/diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména §35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 – školní dílo.
- беру на vědomí, že Vysoká škola báňská – technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou/diplomovou práci užít (§35 ods. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské/diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a údaje o bakalářské /diplomové práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- беру на vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.
- jsem tuto bakalářskou/diplomovou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

V Ostravě, dne:

Michal Strachota

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval, všem, kteří mi poskytli své automobily k praktickému měření principu přeplňování, především však panu Ing. Petru Šimoníkovi, Ph.D., vedoucímu bakalářské práce, který mi byl po celou dobu nápomocen, za jeho trpělivost a ochotu.

Abstrakt a klíčová slova

Abstrakt

Jméno: Michal Strachota
Název bakalářské práce: Analýza systému přeplňování motorů 1.9 TDi, 1.9 TDi PD koncernu VW

Tato bakalářská práce se zabývá analýzou systému přeplňování vznětových motorů typu 1.9 TDi a 1.9 TDi PD koncernu Volkswagen. Zaměřuje se na chování systému v dynamických jízdních režimech. Porovnává systémy omezování plnicího tlaku, u různých typů turbodmychadel. Teoretická část se zabývá rozбором snímačů, čidel a akčních členů podílejících se na řízení přeplňování. Detailně rozebírá konstrukční řešení analyzovaných turbodmychadel. Praktická část se skládá z měření změny střídy na elektromagnetickém ventilu a měření pneumatického řízení turbodmychadla. Dále měření otáček, požadovaného a skutečného plnicího tlaku a poloha plynového pedálu. Tímto měřením chceme zjistit údaje sloužící pro další vyhodnocení vlastností jednotlivých koncepcí přeplňování.

Klíčová slova: Turbodmychadlo, přeplňování, vznětový motor, plnicí tlak.

Abstract

Name: Michal Strachota
Title of work: Boosting system analisation of VW concern engine 1.9 TDi, 1.9 TDi PD

This bachelor's work deals with analisation boosting system of Volkswagen concern engine 1.9 TDi, 1.9 TDi PD. It focuses on the behavior of the dynamic driving modes. Compares the system control boost pressure for different types of turbochargers. The theoretical part deals with analysis of transducers, sensors and actuators involved in the management of turbocharging. Examines in detail structural design of turbochargers analyzed. The practical part consists of measuring the change in duty cycle and measurement of electromagnetic valve pneumatic control turbocharger. Furthermore, measurement speed, desired and actual boost pressure and throttle position. This measurement we find the data used to further evaluate the properties of individual concepts of boosting.

Key words: Turbocharger, boosting , diesel engine, charge pressure

Seznam použitých symbolů a zkratek

- WV – Volkswagen
- VGT – Proměnná geometrie turbíny (variable geometry turbocharger)
- PD – Čerpadlo tryska
- VP – Vakuová pumpa
- TDI – Vznětový motor s přímým vstřikováním paliva vybavený turbodmychadlem
(Turbocharged direct injection)
- EDC – Řídicí jednotka motoru (Elektronic diesel control)
- O.E – Číslo originálního dílu prvovýrobce
- N18 – Elektromagnetický ventil zpětného vedení výfukových plynů
- N75 – Elektromagnetický ventil omezování plnicího tlaku vzduchu
- G70 – Snímač množství nasávaného vzduchu
- G71 – Čidlo tlaku nasávaného vzduchu
- G72 – Snímač teploty nasávaného vzduchu
- F96 – Snímač atmosférického tlaku
- J248 – Řídicí jednotka motoru
- J322 – Relé řídicí jednotky motoru
- N239 – Přepínací ventil škrticí klapky
- G28 – Snímač otáček motoru

Obsah

| | |
|---|-----------|
| 1. ÚVOD..... | 8 |
| 2. HISTORIE VÝVOJE TURBODMYCHADEL..... | 9 |
| 3. TEORETICKÁ ČÁST..... | 10 |
| 3.1 TURBODMYCHADLO..... | 10 |
| 3.1.1 Princip turbodmychadla..... | 10 |
| 3.1.2 Konstrukce..... | 11 |
| 3.1.3 Spolehlivost..... | 11 |
| 3.1.4 Prodleva..... | 11 |
| 3.2 SNÍMAČE A ČIDLA POŽADOVANÝCH HODNOT..... | 12 |
| 3.2.1 Čidlo tlaku nasávaného vzduchu G71 a snímač teploty nasávaného vzduchu G72..... | 12 |
| 3.2.2 Snímač atmosférického tlaku F96..... | 13 |
| 3.3 TURBODMYCHADLO S OBTOKOVÝM VENTILEM..... | 14 |
| 3.3.1 Princip regulace plnicího tlaku..... | 15 |
| 3.3.2 Elektromagnetický ventil omezování plnicího tlaku vzduchu N75..... | 16 |
| 3.3.3 Schéma regulace tlaku plnicího vzduchu..... | 17 |
| 3.4 TURBODMYCHADLO S PROMĚNNOU GEOMETRIÍ TURBÍNY VGT..... | 18 |
| 3.4.1 Konstrukce turbodmychadla s proměnnou geometrií turbíny..... | 19 |
| 3.4.2 Princip regulace plnicího tlaku..... | 20 |
| 3.4.3 Nastavování rozváděcích lopatek..... | 21 |
| 3.4.4 Elektromagnetický ventil omezování plnicího tlaku vzduchu N75..... | 23 |
| 3.4.5 Řízení podtlakového ventilu (PV) k nastavování rozváděcích lopatek..... | 24 |
| 3.4.6 Schéma připojení podtlakových hadic..... | 25 |
| 3.4.7 Funkční schéma..... | 26 |
| 4. PRAKTICKÁ ČÁST..... | 27 |
| 4.1. TURBODMYCHADLO S OBTOKOVÝM VENTILEM..... | 28 |
| 4.1.1 Kód motoru AGR - Škoda Octavia 1.9 TDi 66kW..... | 29 |
| 4.2 TURBODMYCHADLO S PROMĚNNOU GEOMETRIÍ TURBÍNY VGT..... | 33 |
| 4.2.1 Kód motoru ALH..... | 33 |
| 4.2.2 Kód motoru ASV - Škoda Octavia 1.9 TDi 81kW..... | 34 |
| 4.2.3 Kód motoru ATD - Škoda Fabia 1.9 TDi PD 74kW..... | 38 |
| 4.2.4 Kód motoru AWX - Škoda Superb 1.9 TDi PD 96kW..... | 42 |
| 5. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY:..... | 46 |
| 6. ZÁVĚR..... | 47 |
| 7. SEZNAM PŘÍLOH..... | 48 |

1. Úvod

Nejvýznamnější dnes používaný spalovací motor je vznětový motor, dále nazývaný jako dieselový, nebo naftový. Jedná se o motor kde je palivo vstřikováno pod tlakem přímo do spalovacího prostoru. Palivo je vstříknuto v okamžiku vysoké komprese (cca 20:1), kde se díky vzniklé kompresi dosáhne vysoké teploty a palivo se vznítí.

Byl vynalezen Rudolfem Dieselem a zdokonalen Charlesem Ketteringem.

Vznětový motor pracuje obvykle jako čtyřdobý spalovací motor. Na rozdíl od zážehových motorů je do něj palivo dopravováno odděleně od vzduchu. Palivo je do spalovacího prostoru motoru dopravováno speciálním vysokotlakým čerpadlem. [1]

Vývoj v technice motorů směřuje k tomu, aby bylo maximálního točivého momentu dosaženo už v oblasti nízkých otáček, kolem 2000 ot/min. V této oblasti je totiž nejnižší spotřeba paliva. Nicméně tento požadavek mohou splňovat motory využívající systém přeplňování s využitím energie výfukových plynů. [2]

Přeplňování umožňuje lépe využít spalovací prostor. Více vzduchu umožní spálit více paliva a při stejném objemu zvýšit výkon motoru o 30 a více procent. [1]

Jsou 2 způsoby přeplňování:

Prvním je turbodmychadlo poháněno energií spalin, které by jinak bez užitku volně unikly výfukem, proto funguje uspokojivě jen ve vyšších otáčkách, kdy je rychlost spalin dostatečně vysoká.

Druhým je mechanický kompresor, poháněný motorem od klikového hřídele na úkor výkonu, má podobný efekt jako turbodmychadlo, ale pracuje i v nízkých otáčkách.

Motory bez turbodmychadla nazýváme atmosférické, protože do spalovacího prostoru nasávají vzduch o atmosférickém tlaku.

Motory s turbodmychadlem, nebo kompresorem nazýváme přeplňované, protože do spalovacího prostoru nasávají stlačený vzduch. Nejvyšší uplatnění našly turbodmychadla ve vznětových (dieselových) motorech.

Samotný výkon turbodmychadla se u starších generací reguloval pomocí tzv. obtoku „bypassu“, který je ovládán tlakem produkovaným turbodmychadlem. U novějších turbodmychadel pomocí proměnlivé geometrie lopatek turbíny ovládán konstantním podtlakem ze zásobníku podtlaku.

2. Historie vývoje turbodmychadel

Historie turbodmychadel je téměř tak stará jako historie spalovacího motoru. Již na přelomu 19. a 20. století Gottlieb Daimler a Rudolf Diesel zvětšovali výkon motoru při zmenšení spotřeby paliva motorů tím, že se pokoušeli stlačovat vzduch nasávaný do motoru.

První turbodmychadlo, které bylo poháněno výfukovými plyny z motoru, sestrojil dr. Alfred J. Buchi v letech 1909 - 1912. O tři roky později navrhl prototyp dieselového motoru na impulsní přeplňování, nicméně jeho nápad v té době neuspěl.

Třicátá léta minulého století byly ve znamení rozvoje přeplňování velkých motorů (lodních, lokomotivních a průmyslových motorů). Válečné období přinesla rychlý rozvoj leteckých technologií plynových turbín, výsledkem čehož byl vznik nových materiálů a konstrukcí, umožňujících vývoj turbodmychadel v dieselových motorech.

Cummins, Scania a Volvo začínají v roce 1954 díky Kurtu Beirerovi, který jako první zpracoval kompaktní model turbodmychadla, výrobu nákladních automobilů, které byly vybaveny plnicím turbodmychadlem. Za zmínku stojí obsazení „pole position“ v Indianopolise automobily, které Cummins v roce 1952 vybavil přeplňovaným motorem.

Palivová krize sedmdesátých let a také stále přísnější emisní normy spalin způsobily značný vzrůst popularity přeplňovaných motorů v nákladních automobilech. Tehdy jejich slabý výkon a nízká úspornost způsobily, že se prozatím neuchytily v osobních automobilech.

Opravdový přelom nastoupil v osmdesátých letech, kdy se na trhu objevily automobily Mercedes série 300 a Volkswagen Golf, které byly vybaveny dieselovým přeplňovaným motorem.

To byl moment, kdy toto řešení zvítězilo i u osobních automobilů a přetrvává dodnes. Velmi vysoký výkon, malé množství točících se elementů, s čímž souvisí nízká setrvačnost systému, revoluční řešení VNT (proměnná geometrie turbínových lopatek) zapříčinily, že turbodmychadla jsou vesměs ve všech nákladních automobilech. Dnes se díky turbinám dosahuje velkého výkonu motorů, omezily se emise škodlivých látek do atmosféry, ale také došlo k omezení spotřeby paliva.

[3]

3. Teoretická část

3.1 Turbodmychadlo

Turbodmychadlo se používá u spalovacích motorů pro zvýšení účinnosti motoru pomocí zvětšení množství vzduchu a paliva vstupujícího do spalovacího prostoru. Hlavní výhodou turbodmychadel je významný nárůst výkonu motoru, spojený s pouze malým zvětšením hmotnosti. Největší uplatnění získalo u vznětových motorů kde se ve velké míře začalo používat u nákladních vozidel. Díky turbodmychadlu se docílilo zvýšení kroutícího momentu v nízkých otáčkách, kdy má spalovací motor nejvyšší spotřebu paliva a produkované emise. Díky tomu se i zlepšily jízdní vlastnosti vozidla. Pro atmosférické motory představuje turbodmychadlo velkou výhodu ve větších nadmořských výškách, kde je nižší tlak vzduchu, což byl také hlavní důvod vývoje tohoto zařízení původně pro letecké motory.

3.1.1 Princip turbodmychadla

Turbodmychadlo je dmychadlo poháněné výfukovými plyny. Skládá se ze dvou hlavních částí – dmychadlové a turbínové. Dmychadlo stlačuje vzduch vstupující do motoru a výrazně tak zvyšuje jeho objemovou účinnost oproti klasickému nepřepřlňovanému motoru. Turbína pohánějící dmychadlo je roztáčena výfukovými plyny vystupujícími z motoru a je umístěna na stejné hřídeli. [4]

Turbodmychadlo zvyšuje tlak vzduchu vstupujícího do motoru a tím i jeho měrnou hmotnost. Je tedy možné do motoru pustit při stejných otáčkách a objemu více směsi paliva a vzduchu (pro zachování stejného poměru je třeba zvýšit množství paliva). To je hlavní příčinou výrazného nárůstu výkonu motoru. [4]

Nárůst tlaku (angl. boost) se měří v pascálech, barech nebo PSI. Energie uvolněná z paliva navíc vede k většímu celkovému výkonu motoru. Například při teoretické účinnosti 100 % by turbodmychadlo produkující nárůst tlaku 100 kPa (= 1 bar nebo 14,7 PSI) zdvojnásobilo výkon motoru. Turbína ve výfukovém systému ale představuje překážku a kvůli vznikajícím zpětným tlakům tak turbodmychadla většinou dosahují účinnosti kolem 80 %. [4]

V běžných automobilech se tlak zvyšuje turbodmychadlem maximálně o 0,8 barů, i když dokáží vyvinout vyšší tlak. Turbodmychadlo vzhledem ke své konstrukci začne vytvářet tlak až od 1800 otáček za minutu u vznětových motorů, a 2500 u zážehových motorů.

Kompresor poháněný mechanicky tento problém nemá.

Při stlačení vzduchu dochází k nárůstu teploty, která má negativní vliv při spalování. U vznětových motorů se sníží účinnost, u zážehových také, ale může zde ještě docházet k nežádoucímu samovznícení. Tento problém řeší použitím chladiče stlačeného vzduchu tzv. „intercooler“.

3.1.2 Konstrukce

Dmychadlo se otáčí velmi rychle – 10 000 až 150 000 ot./min. v závislosti na velikosti, váze rotujících částí, nárůstu tlaku a konstrukci turbodmychadla. Tak vysoké otáčky by představovaly problém pro klasická kuličková ložiska, která by mohla explodovat. Proto se používají fluidní ložiska, ve kterých jsou pohybující se části odděleny a zároveň chlazeny tenkou vrstvou oleje. Olej se většinou bere z mazací soustavy motoru a musí být po průchodu turbodmychadlem chlazen olejovým chladičem. [4]

3.1.3 Spolehlivost

Dokud je olej protékající turbodmychadlem čistý a výfukové plyny nejsou příliš horké, dokáže být turbodmychadlo velice spolehlivé, ale správné zacházení je důležité. Po rychlé jízdě (resp. jízdě na vysoký výkon) se musí motor před vypnutím nechat běžet ještě zhruba 2 minuty na volnoběh a umožnit tak dochlazení turbodmychadla. Pokud se to neudělá a motor se vypne, olej přestane cirkulovat a zůstane v přehřátém turbodmychadle, kde může dojít k jeho přepálení. Přepálený olej potom může ucpat svůj přívod a způsobit tak poškození turbodmychadla. Turbodieselové motory nejsou k tomuto tak náchylné, protože teplota jejich výfukových plynů je nižší než u benzinových motorů. [4]

3.1.4 Prodleva

Prodlevu turbodmychadla cítí řidič jako prodlevu mezi okamžikem, kdy sešlápne plynový pedál, a okamžikem, kdy pocítí zátaž motoru způsobený turbodmychadlem. To je způsobeno dobou, kterou potřebují plyny ve výfukovém systému k dosažení vyššího tlaku, a také rotační setrvačností turbíny. Mechanicky poháněný kompresor tímto problémem netrpí. Tento efekt se nazývá turboefekt, vyskytuje se pouze u automobilů, který pohání přeplňovaný motor s turbodmychadlem. [4]

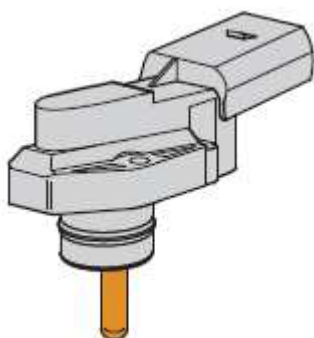
3.2 Snímače a čidla požadovaných hodnot

Snímač – jedná se o komponenty snímající provozní podmínky (teplotu a hladiny provozních kapalin, kvalitu oleje, otáčky motoru, otáčky kol, zrychlení, úhel natočení, atd.) Tyto komponenty převádí fyzikální veličiny na elektrické signály.

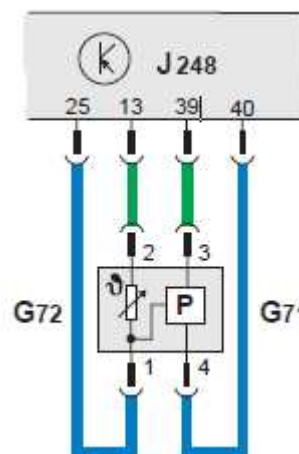
Čidla požadovaných hodnot – poskytují určité nastavené hodnoty pro další zpracování (např. spínače ovládané řidičem).

3.2.1 Čidlo tlaku nasávaného vzduchu G71 a snímač teploty nasávaného vzduchu G72

Čidlo tlaku a snímač teploty nasávaného vzduchu jsou zakomponovány do jednoho celku. Nacházejí v za chladičem stlačeného vzduchu. Do řídicí jednotky dodávají signál o tlaku a teplotě nasávaného vzduchu. Ze signálu snímače teploty a čidla tlaku nasávaného vzduchu, vypočítává řídicí jednotka plnicí tlak.



Obr.1 Čidlo tlaku G71 a snímač teploty G72 nasávaného vzduchu [5]



Obr.2 Schéma zapojení čidla tlaku G71 a snímače teploty G72 nasávaného vzduchu [5]

Vyhodnocování signálu

Signály z čidla G71 a snímače G72 se využívají k řízení vyhřívání chladicí kapaliny a k omezování plnicího tlaku vzduchu.

Náhradní funkce

Při výpadku čidla G71 používá řídicí jednotka motoru 1,9 TDI předem stanovenou pevnou hodnotu plnicího tlaku.

Při výpadku snímače G72 stanoví řídicí jednotka motoru 1,9 TDI pro výpočet mezní hodnoty plnicího tlaku vzduchu a pro funkci vyhřívání chladicí kapaliny náhradní teplotu asi 20 °C. [5]

3.2.2 Snímač atmosférického tlaku F96

Snímač atmosférického tlaku je umístěn v řídicí jednotce motoru. Základem snímače je piezokeramický prvek. Při působení atmosférického tlaku na piezokrystal vzniká napětí, které je přímým působícím tlaku. Dojde-li ke snížení atmosférického tlaku vzduchu, způsobené vyšší nadmořskou výškou, řídicí jednotka vyreguluje hodnotu plnicího tlaku vzduchu. V případě poruchy snímače atmosférického tlaku vzduchu, se musí vyměnit celá řídicí jednotka motoru.

snímač atmosférického tlaku F96



Obr.3 Snímač atmosférického tlaku vzduchu F96 [5]

Vyhodnocování signálu

Ze signálu snímače atmosférického tlaku vzduchu vypočítává řídicí jednotka plnicí tlak.

Náhradní funkce

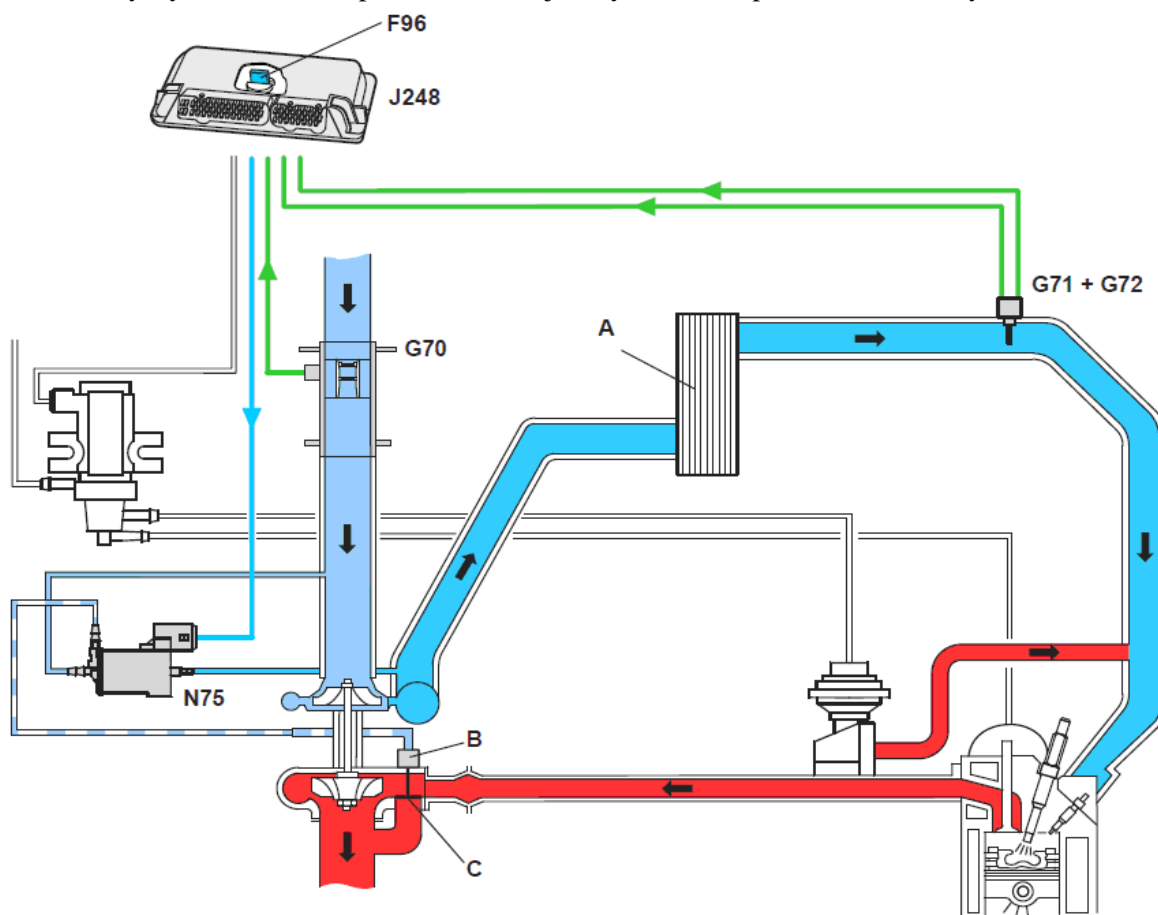
Při výpadku snímače atmosférického tlaku vzduchu, dojde k nastavení předem dané hodnoty atmosférického tlaku.

3.3 Turbodmychadlo s obtokovým ventilem

Ventil pro ovládání klapky regulace plnicího tlaku je otevírán tlakem od elektromagnetického ventilu omezování plnicího tlaku vzduchu N75. Ventil N75 obdrží elektrické signály od řídicí jednotky. Tímto způsobem je ovlivňován plnicí tlak vzduchu datovým polem.

Teplota v sacím potrubí je sledována snímačem teploty nasávaného vzduchu G72 a tlak v sacím potrubí čidlem tlaku nasávaného vzduchu G71; (G71 a G72 tvoří jednu součást). Odchyly od požadované hodnoty se podle potřeby upraví. Teplota se sleduje kvůli jejímu vlivu na hustotu vzduchu.

Snímačem atmosférického tlaku F96 je korigováno datové pole plnicího tlaku vzduchu v závislosti na tlaku vzduchu, aby se do motoru dostalo vždy přibližně stejné množství vzduchu. Od nadmořské výšky asi 1500 m se plnicí tlak snižuje, aby nedošlo k přetočení turbodmychadla. [5]



Obr.4 Schéma regulace plnicího tlaku vzduchu [5]

A chladič plnicího vzduchu

B tlaková nádoba

C ventil pro regulaci plnicího tlaku vzduchu

G70 snímač množství nasávaného vzduchu

G71 čidlo tlaku nasávaného vzduchu

G72 snímač teploty nasávaného vzduchu

F96 snímač atmosférického tlaku

J248 řídicí jednotka motoru 1,9 TDI

N75 elektromagnetický ventil omezování
plnicího tlaku vzduchu

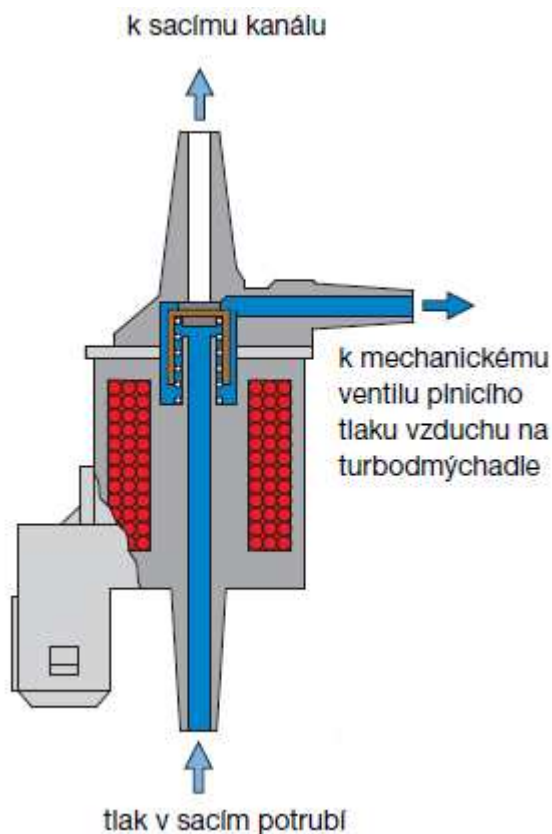
3.3.1 Princip regulace plnicího tlaku

U těchto turbodmychadel je regulace plnicího tlaku víceméně řešena pouze jako skokové omezení hodnoty plnicího tlaku. Omezování plnicího tlaku se provádí obtokovým ventilem **C** „bypasssem“. Ovládání obtokového ventilu se provádí elektromagnetickým ventilem prostřednictvím plnicího tlaku, které si turbodmychadlo vyvine při dosažení dostatečných otáček. Ventil otevírá nebo uzavírá průchod plnicího vzduchu k tlakové nádobě **B**. Řídící jednotka vyhodnocuje signály ze snímačů a čidel a změnou střidy vstupujícího do elektromagnetického ventilu jej ovládá. Při dosažení požadovaného tlaku řídící jednotka otevře průchod plnicího tlaku k nádobě **B**. Plnicí tlak vytlačí obtokový ventil pro omezování plnicího tlaku vzduchu. Výfukové plyny budou procházet vzniklým otvorem do výfukového potrubí, aniž by poháněly turbodmychadlo.

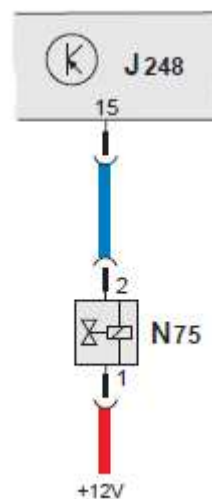
3.3.2 Elektromagnetický ventil omezování plnicího tlaku vzduchu N75

Omezuje plnicí tlak vzduchu v závislosti na střídě stanovené řídicí jednotkou motoru.

Ovládá membránu obtokového ventilu omezování plnicího tlaku vzduchu. V klidové poloze prochází plnicí vzduch volně ventilem. V aktivním stavu je část plnicího vzduchu přepouštěna do sacího kanálu.



Obr.5 Elektromagnetický ventil N75[5]



Obr.6 Schéma zapojení ventilu N75 [5]

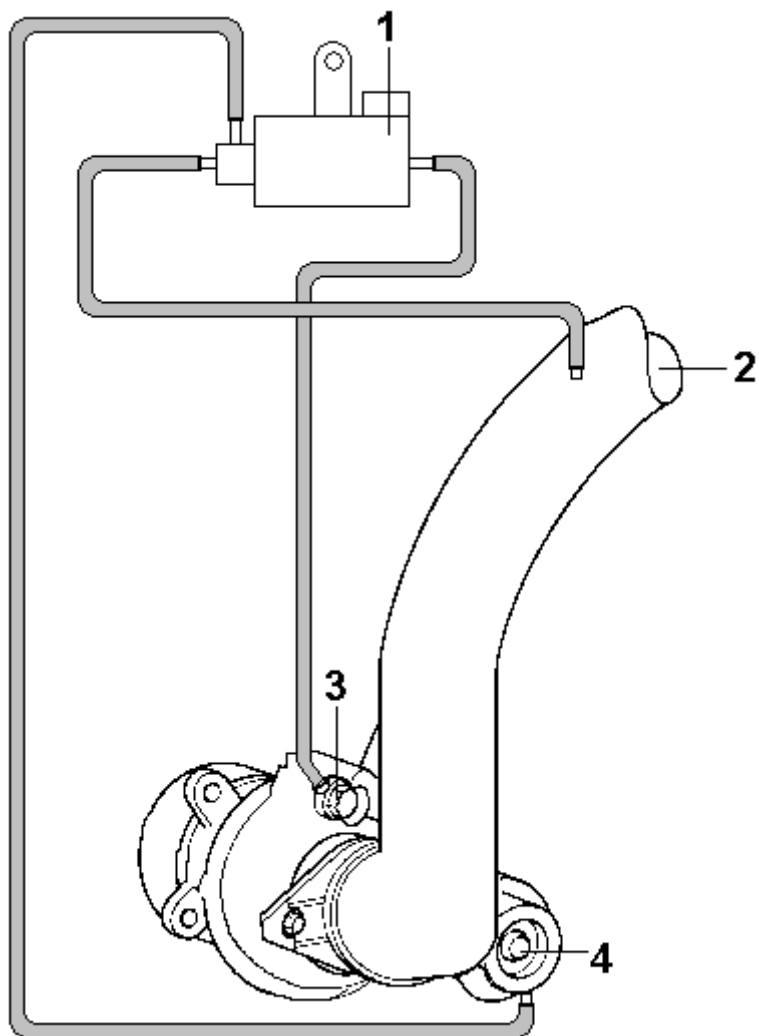
Aktivace

Řídicí jednotka motoru 1,9 TDI vysílá na elektromagnetický ventil výchozí signály, které odpovídají datovému poli plnicího tlaku. Otevřením případně zavřením ventilu se zvyšuje nebo snižuje tlak v sacím potrubí na regulačním ventilu plnicího tlaku turbodmyčadla. [5]

Náhradní funkce

V případě poruchy dojde k omezení plnicího tlaku mechanickou cestou na 0,075 MPa. [5]

3.3.3 Schéma regulace tlaku plnicího vzduchu



Obr.7 Schéma regulace tlaku plnicího vzduchu

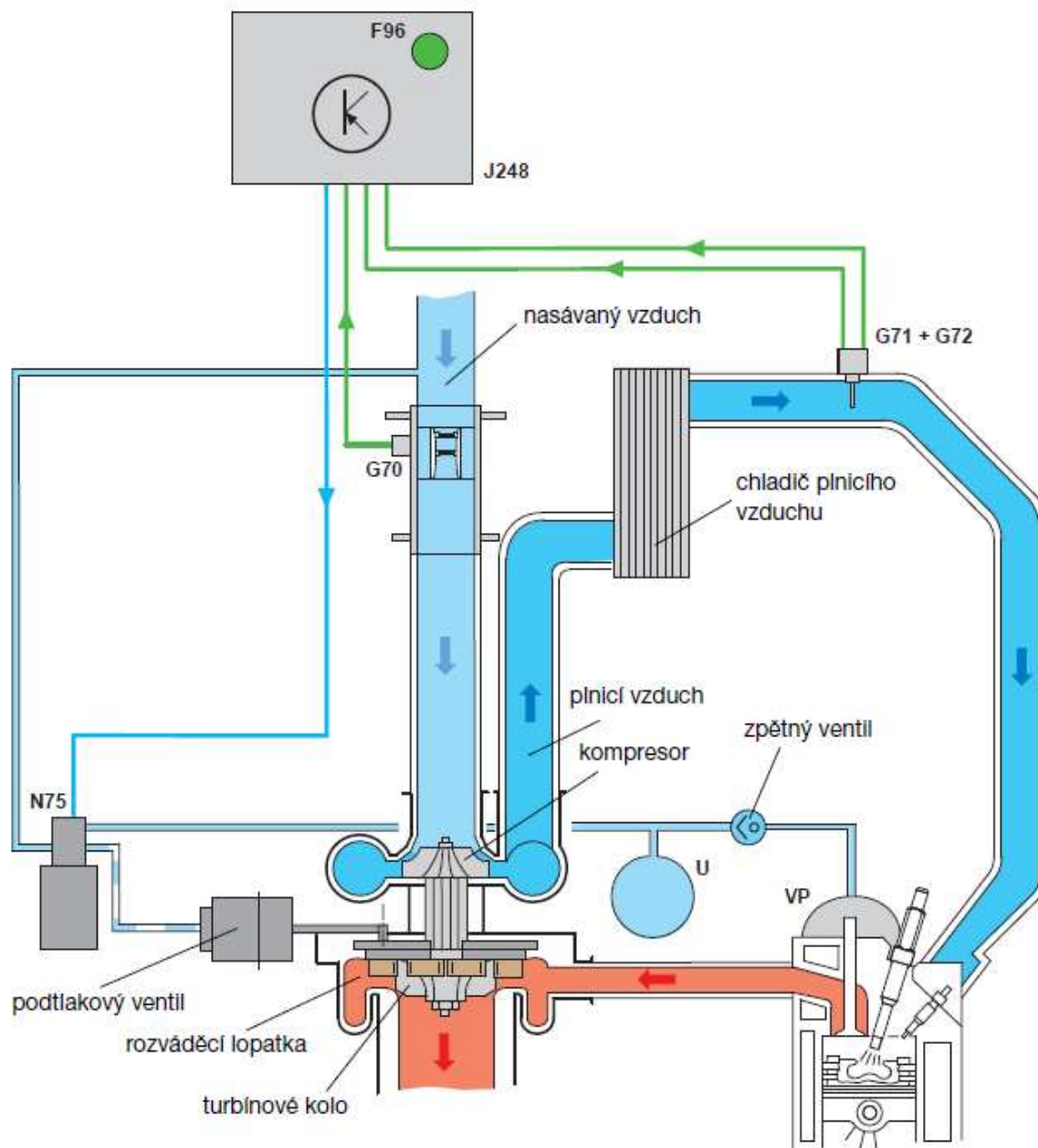
- 1) Elektromagnetický ventil omezení plnicího tlaku (N75)
- 2) Přívod vzduchu od vzduchového filtru (atmosférický tlak)
- 3) Turbodmychadlo (s talkovou přípojkou regulace plnicího tlaku)
- 4) Podtlakový ovladač (regulačního ventilu plnicího tlaku)

3.4 Turbodmychadlo s proměnnou geometrií turbíny VGT

U tohoto modelu turbodmychadla není tlak regulován obtokovým ventilem (bypassem) jako to bylo u předešlého modelu, nýbrž je regulován naklápěním rozváděcích lopatek v turbíně.

Lopatky směřují proud výfukových plynů k turbínovému kolu.

Podtlakový ventil zajišťuje naklápění rozváděcích lopatek.



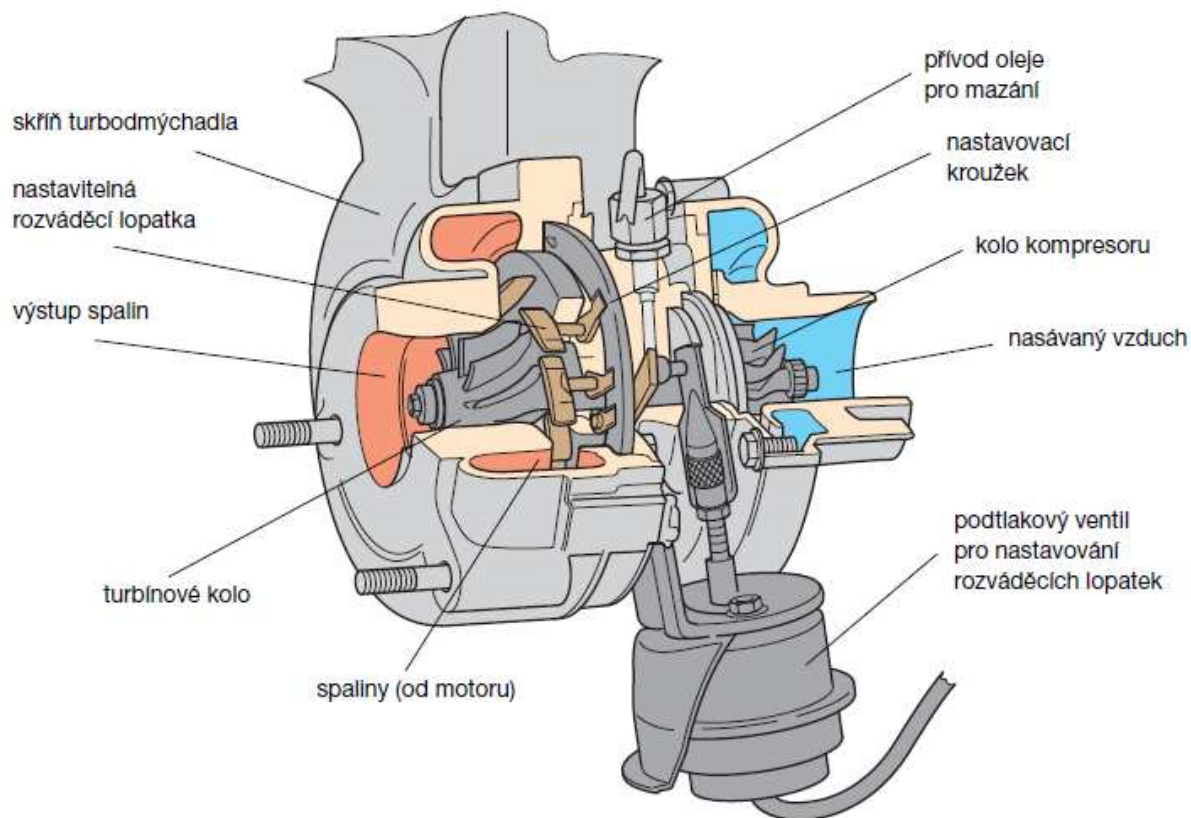
Obr.8 Schéma regulace plnicího tlaku vzduchu [6]

U = zásobník podtlaku

VP = podtlakové čerpadlo (vakuová pumpa)

3.4.1 Konstrukce turbodmychadla s proměnnou geometrií turbíny.

Konstrukce turbodmychadla umožňuje regulaci přeplňování v celém rozsahu otáček na rozdíl od předešlého modelu, které bylo možné ovládat pouze ve vyšších otáčkách.

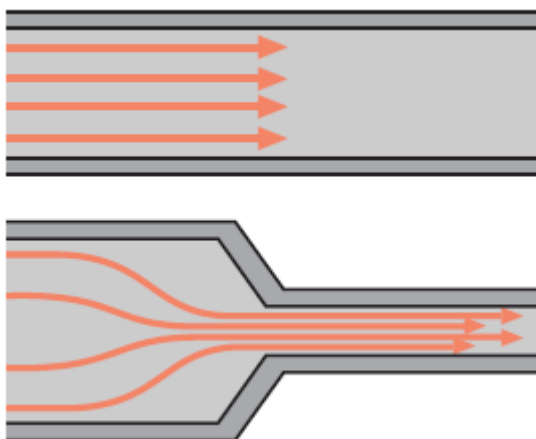


Obr.9 Řez turbodmychadlem s proměnnou geometrií turbíny [6]

Znaky:

- Turbodmychadlo a koleno výfukového potrubí tvoří jeden díl.
- Velikost průřezu, kterým proudí spaliny do turbíny a směr proudu je ovlivňován nastavitelnými rozváděcími lopatkami, které jsou rozmístěné na kružnici.
- Turbínou prochází trvale celý proud výfukových plynů.
- Olej pro mazání turbodmychadla je dopravován samostatným přívodem.
- Podtlakový ventil pohybuje pomocí ovládacího mechanismu otočným kroužkem, který nastavuje rozváděcí lopatky. [6]

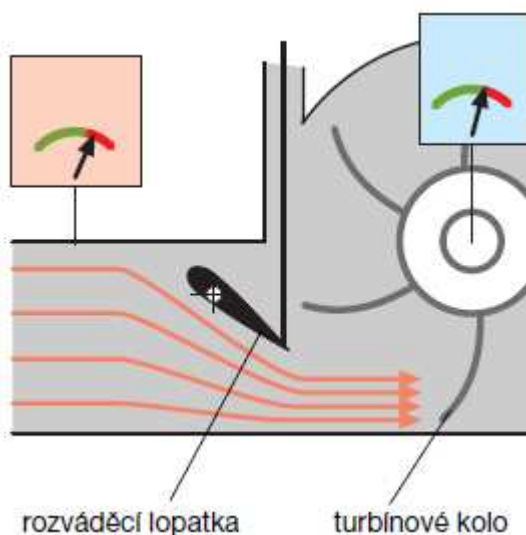
3.4.2 Princip regulace plnicího tlaku



Z fyziky je známo,

že plyny proudí při stejném tlaku užším potrubím rychleji. Tohoto principu se využívá u turbodmychadla s proměnnou geometrií turbíny.

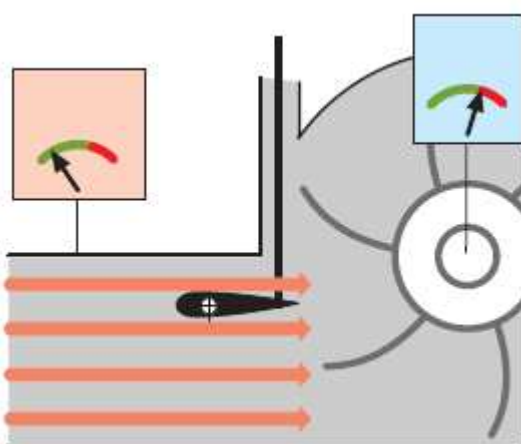
Obr.10 Princip zvýšení rychlosti plynů [6]



Motor běží v nízkých otáčkách - požadavek na vysoký plnicí tlak

Nastavením rozváděcích lopatek tak, aby se zmenšil průřez, kterým proudí výfukové plyny na turbínu, dosáhneme vyšší otáčky turbínového kola. Díky vysokým otáčkám turbínového kola je v dolním rozsahu otáček je k dispozici vysoký plnicí tlak a tím i velký výkon motoru.

Obr.11 Požadavek na vysoký plnicí tlak [6]

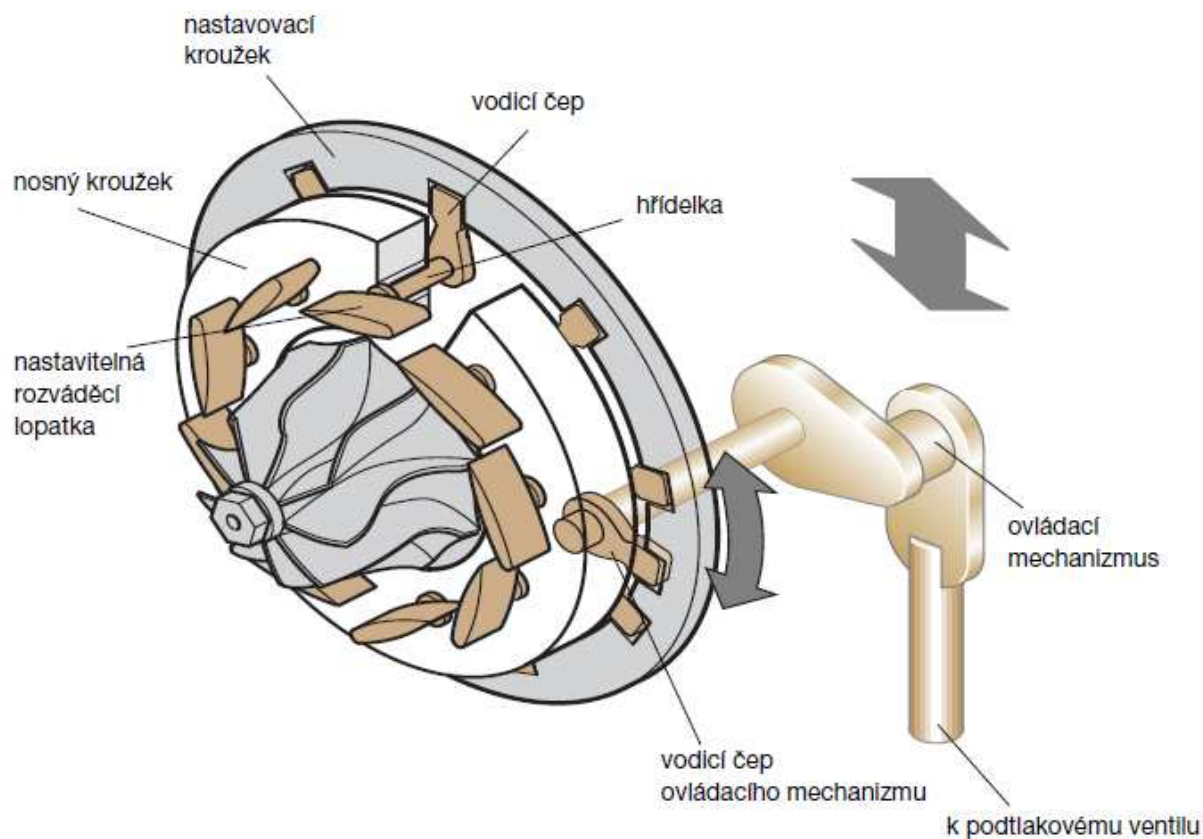


Motor běží ve vysokých otáčkách, ale plnicí tlak nesmí být překročen

Nastavení rozváděcích lopatek tak, že se vstupní průřez zvětší natolik, aby proud výfukových plynů otáčel turbínovým kolem potřebnou rychlostí. Na rozdíl od turbodmychadla s obtokovým ventilem prochází turbínou všechny výfukové plyny. [6]

Obr.12 Omezování plnicího tlaku [6]

3.4.3 Nastavování rozváděcích lopatek



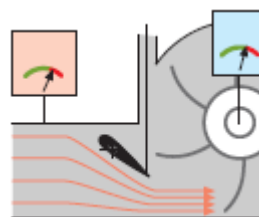
Obr.13 Mechanismus nastavování rozváděcích lopatek [6]

Nastavovací kroužek je ovládán vodícím čepem ovládacího mechanismu, který je spojen s podtlakovým ventilem. Pomocí nastavovacího kroužku jsou všechny rozváděcí lopatky nastavovány rovnoměrně. Lopatka se skládá z hřídelky a vodícího čepu.

Malé natočení lopatek = průřez, kterým výfukové plyny proudí, je malý



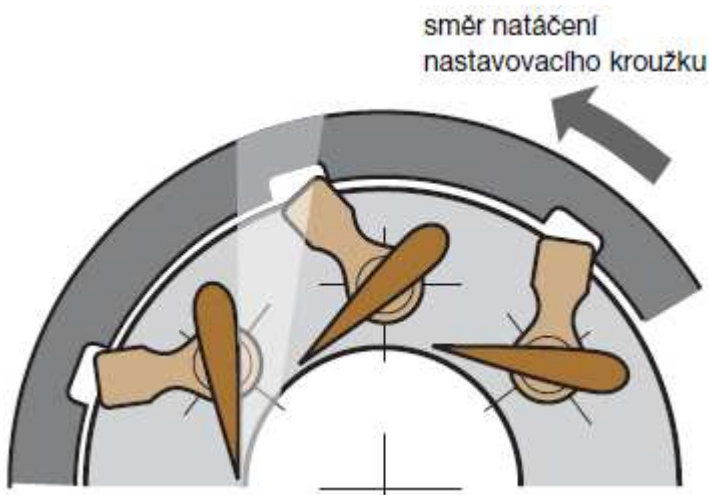
Obr.14 Malé natočení rozváděcích lopatek [6]



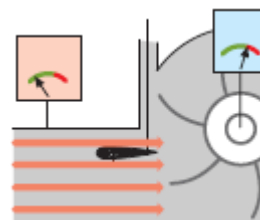
Obr.15 Požadavek na vysoký plnicí tlak [6]

Aby se při nízkých otáčkách motoru dosáhlo vysokého plnicího tlaku, nastaví se rozváděcími lopatkami malý průřez pro proudění výfukových plynů.

Velké natočení lopatek = průřez, kterým výfukové plyny proudí, je velký [6]



Obr.16 Velké natočení rozváděcích lopatek [6]



Obr.17 Omezování plnicího tlaku[6]

Při dostatečně velkém plnicím tlaku začne řídicí jednotka motoru omezovat plnicí tlak a to větším natočením rozváděcích lopatek.

Maximální natočení lopatek, a tím i největší vstupní průřez, je zároveň i nouzovým postavením.

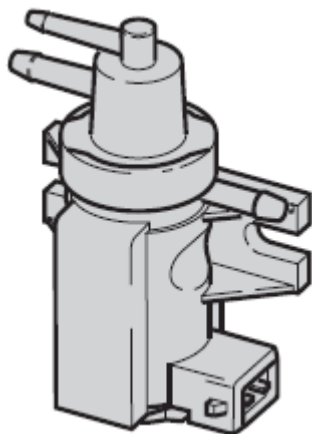
Výhody nastavitelné geometrie turbíny:

Lepší výkon v dolním rozsahu otáček = nižší spotřeba paliva [6]

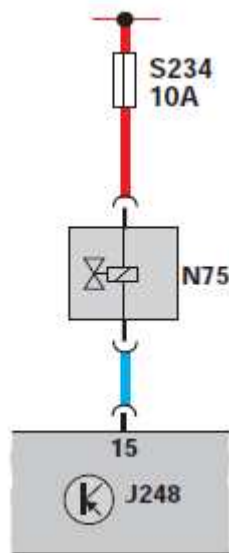
Optimální plnicí tlak a lepší spalování v celém rozsahu otáček = nižší obsah škodlivin ve výfukových plynech [6]

3.4.4 Elektromagnetický ventil omezování plnicího tlaku vzduchu N75

Elektromagnetický ventil omezování plnicího tlaku vzduchu N75 je ovládán řídicí jednotkou motoru. Změnou střídy se mění podtlak v pneumatickém ovládání turbodmychadla. Pomocí pneumatického ovládání pak dojde k nastavení rozváděcích lopatek.



Obr.18 Elektromagnetický ventil N75[6]



Obr.19 Schéma zapojení Elektromagnetického ventilu N75[6]

Důsledky výpadku ventilu N75:

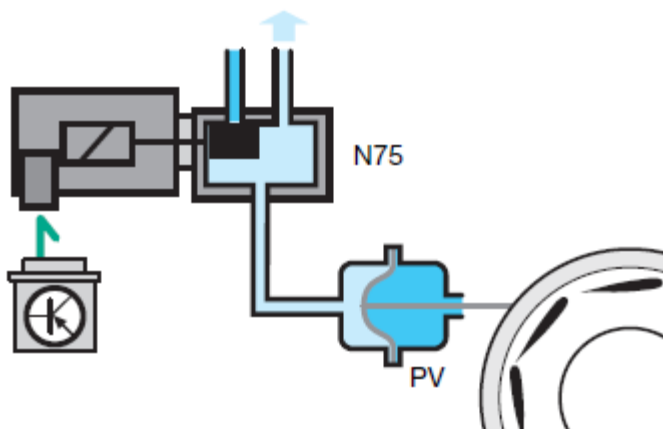
Ventil N75 se otevře.

V podtlakovém ventilu je tím pádem atmosférický tlak, což odpovídá nouzovému postavení. [6]



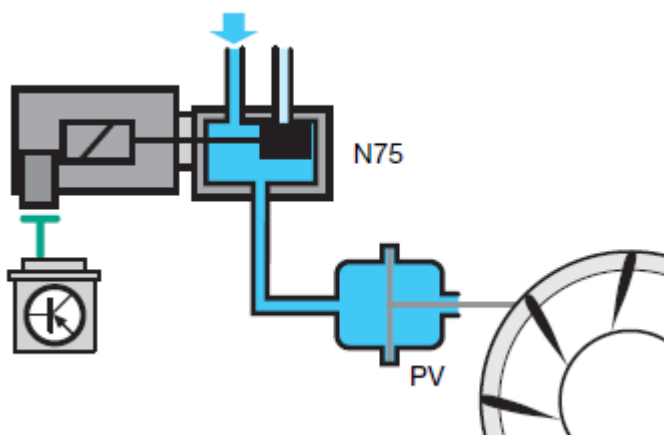
Obr.20 Elektromagnetický ventil N75

3.4.5 Řízení podtlakového ventilu (PV) k nastavování rozváděcích lopatek



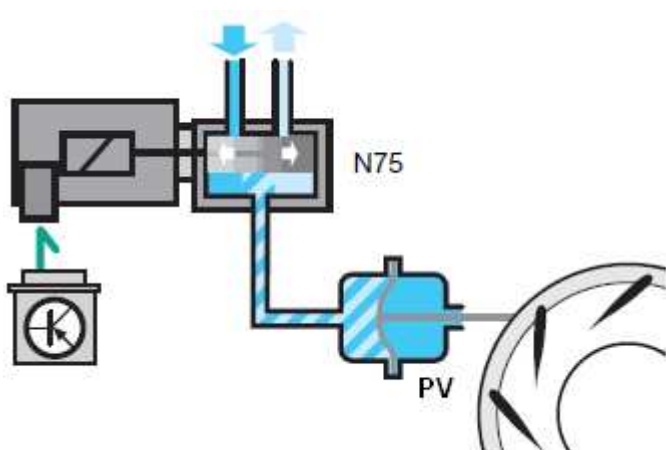
Řídící jednotka motoru ovládá změnou střídy elektromagnetický ventil plnicího tlaku N75. Toto postavení odpovídá maximální hodnotě střídy. V podtlakovém ventilu je maximální podtlak.

Obr. 21 Situace při malém natočení rozváděcích lopatek [6]



Elektromagnetický ventil omezování plnicího tlaku N75 je bez proudu. V podtlakovém ventilu je atmosférický tlak. Toto postavení odpovídá nulové hodnotě střídy. Natočení rozváděcích lopatek je velké. Toto nastavení lopatek je zároveň i nastavením nouzovým. [6]

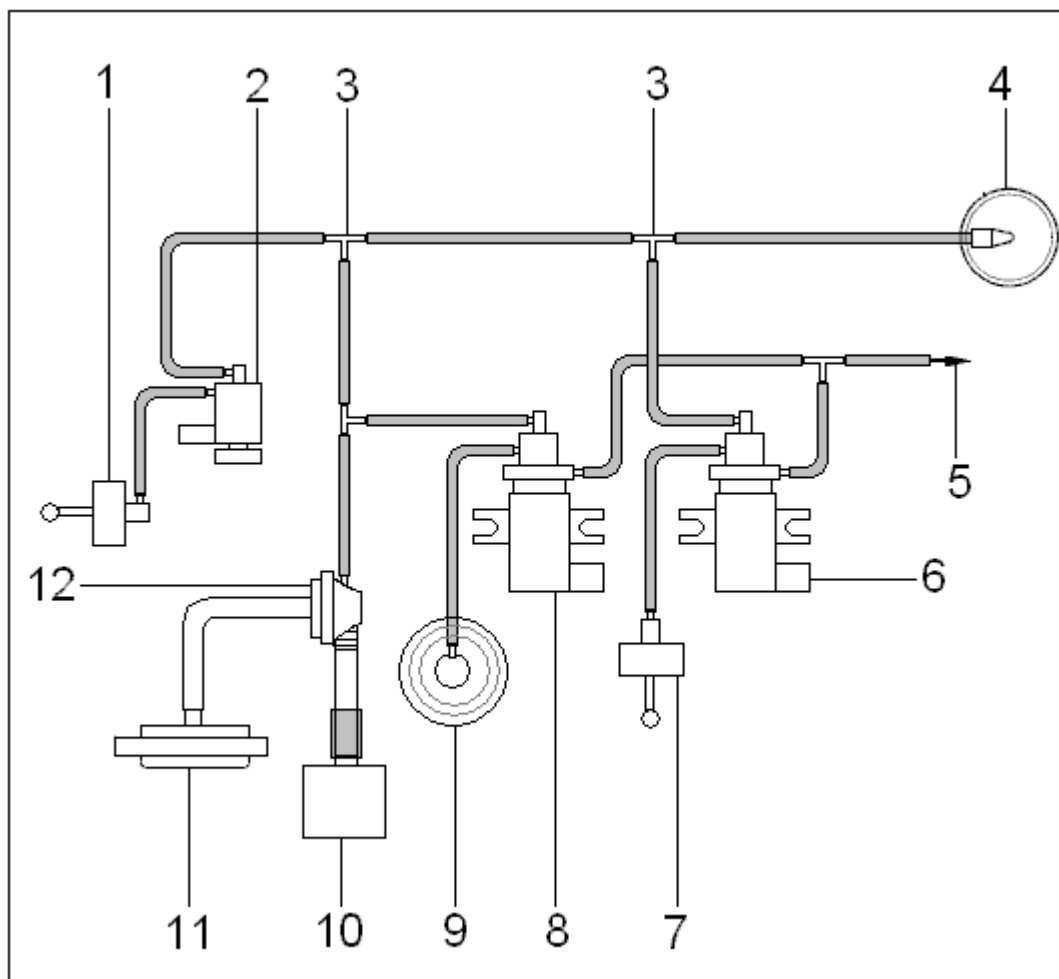
Obr. 22 Situace při velkém natočení rozváděcích lopatek [6]



Toto natočení rozváděcí lopatek odpovídá 50% střídě. Natočení rozváděcích lopatek se neustále mění, v závislosti na velikosti požadovaného plnicího tlaku. Úroveň tlaku v podtlakovém ventilu leží mezi atmosférickým tlakem a maximálním podtlakem.

Obr. 23 Situace při natočení rozváděcích lopatek do mezipolohy. [6]

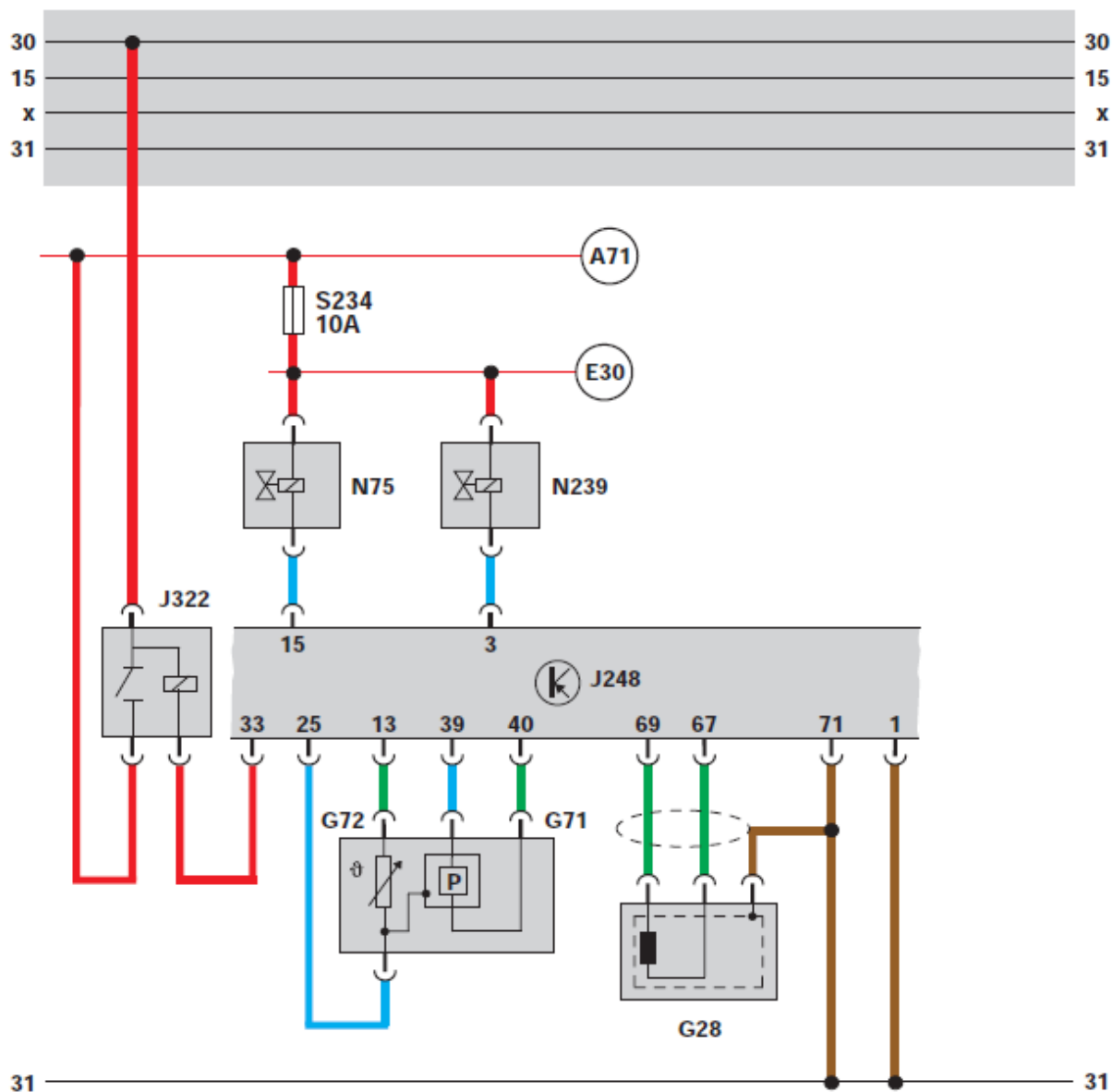
3.4.6 Schéma připojení podtlakových hadic:



Obr. 24 Schéma podtlakového vedení

- 1 - Podtlakový ovladač
- 2 - Přepínací ventil klapky v sacím potrubí -N239-
- 3 - Rozbočka
- 4 - Zásobní nádobka podtlaku
- 5 - Ke vzduchovému filtru
- 6 - Elektromagnetický ventil omezení plnicího tlaku -N75-
- 7 - Podtlakový ovladač regulace plnicího tlaku vzduchu
- 8 - Elektromagnetický ventil zpětného vedení výfukových plynů -N18-
- 9 - Mechanický ventil zpětného vedení výfukových plynů
- 10 - Tandemové čerpadlo
- 11 - Posilovač brzd
- 12 - Rozbočka se zpětným ventilem posilovače brzd

3.4.7 Funkční schéma



Obr.25 Schéma propojení komponentů na celkový systém elektronické regulace přeplňování [6]

Součásti:

G28 snímač otáček motoru
 G71 čidlo tlaku nasávaného vzduchu
 G72 snímač teploty nasávaného vzduchu
 J248 řídicí jednotka motoru 1,9 TDI
 J322 relé řídicí jednotky motoru 1,9 TDI
 N75 elektromagnetický ventil
 omezování plicního tlaku vzduchu
 N239 přepínací ventil škrticí klapky

Kódy barev, legenda

■ = vstupní signál
■ = výstupní signál
■ = plus akumulátoru
■ = kostra

Obr.26 Legenda barevného propojení [6]

4. Praktická část

Tato část je zaměřená na praktické měření systému přeplňování motorů 1.9TDi a TDi PD koncernu Volkswagen.

Z těchto typů motoru byly pro praktické měření vybrány tyto kódy motorů:

4.1 Turbodmychadlo s obtokovým ventilem

- **4.1.1** Kód motoru AGR. Měřený automobil s tímto kódem motoru:
 - Škoda Octavia 1.9 TDi 66kW

4.2 Turbodmychadlo s proměnnou geometrií turbíny

- **4.2.1** Kód motoru ALH.
 - Systém přeplňování je shodný se systémem použitým u automobilu s kódem motoru ASV
- **4.2.2** Kód motoru ASV. Měřený automobil s tímto kódem motoru:
 - Škoda Octavia 1.9 TDi 81kW
- **4.2.3** Kód motoru ATD. Měřený automobil s tímto kódem motoru:
 - Škoda Fabia 1.9 TDi PD 74kW
- **4.2.4** Kód motoru AWX. Měřený automobil s tímto kódem motoru:
 - Škoda Superb 1.9 TDi PD 96kW

Měření se provádělo na válcové zkušební stolici, aby bylo možné simulovat jízdu automobilu a tím získat co nejpresnější naměřené hodnoty.

Na válcové zkušební stolici byl nastaven odpor jízdy 1500Nm.

Po pevném zajištění vozidla proti pohybu se zapojilo pneumatické měřicí zařízení, které je součástí univerzálního diagnostického zařízení Bosch FSA710, které umožňuje měření změny tlaku.

Pro měření střídy bylo nutné paralelně připojit osciloskop přes diferenciální sondu na elektronické řízení ventilu N75.

Protože u vznětových motorů se těžko snímají otáčky, muselo se pro jejich zobrazení použít počítač připojený přes diagnostickou zásuvku.

Při této příležitosti se nabídly další užitečné veličiny k zobrazení:

- Poloha plynového pedálu- pro určení hodnoty požadovaného výkonu.
- Požadovaná a skutečná hodnota plnicího tlaku- pro zjištění správné funkce regulace.

Měření probíhalo u všech měřených automobilů stejně.:

Po nastartování automobilu se zařazovaly rychlostní stupně po dosažení 3000ot/min.

Na třetí rychlostní stupeň se motor udržoval v otáčkách od 2000-2500ot/min, po uplynutí cca 5 sekund se pedál akceleraace prudce sešlápnul a motor se nechal vytočit až k červenému poli. Poté se nechal motor decelerovat až na volnoběžné otáčky a měření bylo ukončeno.

4.1. Turbodmychadlo s obtokovým ventilem

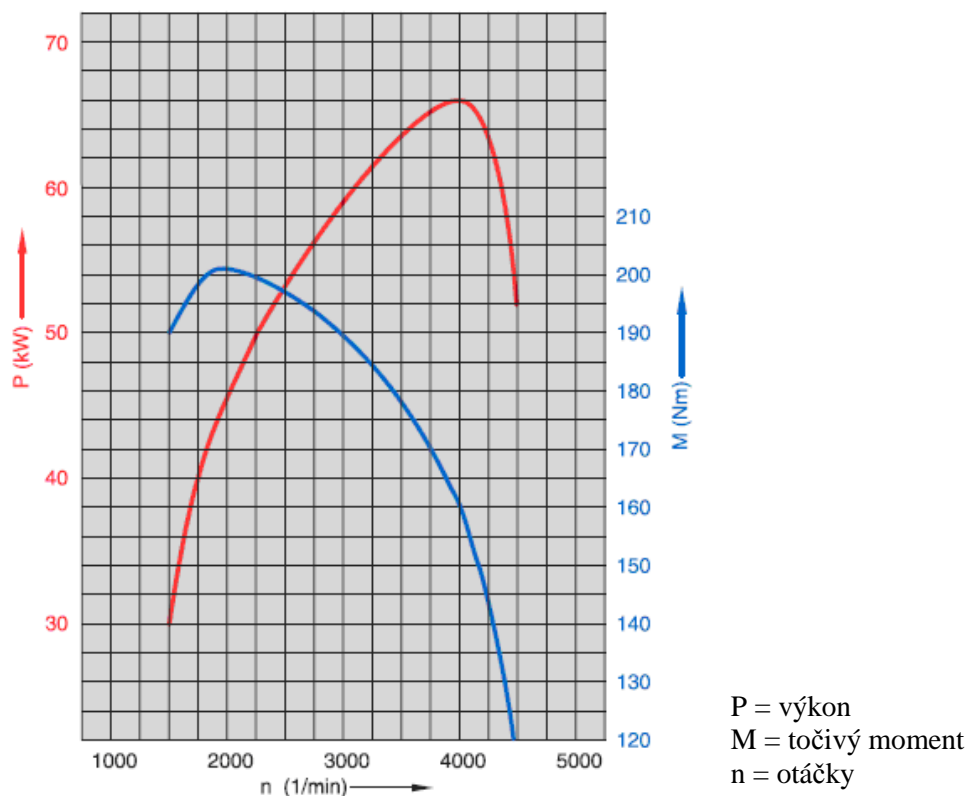
U starších turbodmychadel kdy ještě nebyla zavedena do systému přeplňování elektronika, se tyto turbodmychadla řídila sama. Při dosažení vysoké hodnoty plnicího tlaku se vytlačil obtokový ventil vzniklým tlakem. Hodnota plnicího tlaku se nastavovala tuhostí pružiny, která vrací uzavírá obtokový ventil. Nastavené hodnoty omezování se mohly časem změnit. Obtokový ventil se zanesl výfukovými spodinami a nastavený odpor ventilu se rázem změnil, takže přepouštěl až při vyšší hodnotě plnicího tlaku.

S nástupem elektroniky se ovládání ventilu řídí řídicí jednotkou, která vyhodnocuje, kdy obtokový ventil otevře. Ovládání turbodmychadla je přesnější, protože řídicí jednotka má přehled o tlaku vyvinutém turbodmychadlem. Pokud plnicí tlak překročí hodnotu, která je nastavená v řídicí jednotce pro daný dynamický stav. Změní střidu na elektromagnetickém ventilu a tím vytlačí obtokový ventil a přebytečný tlak přepustí. Pokud bude ventil zanesený a neotevře se, hodnota plnicího tlaku vzroste. Řídicí jednotka zvýší střidu, tím zvýší tlak působící na obtokový ventil a ten se otevře. Pokud se ani při nastavení řídicí jednotkou maximální střidy a tím i vyvinutého maximálního tlaku na ventil neotevře. Hodnota plnicího tlaku vzroste na kritickou hodnotu a řídicí jednotka přejde do nouzového režimu, motor bude mít omezený výkon.

4.1.1 Kód motoru AGR - Škoda Octavia 1.9 TDi 66kW

Mechanická část motoru:

- Motor 1,9 TDI dosahuje maximálního výkonu 66 kW (90 koní) při 4000 1/min.
- Motor se vyznačuje mimořádně dobrým průběhem točivého momentu. Jeho maximální hodnota 202 Nm odpovídá otáčkám 1900 1/min. Tyto údaje o motoru vypovídají o jeho skvělých dynamických vlastnostech. [5]



Obr. 27 Charakteristika motoru 1,9 TDI - 66kW (AGR) [5]

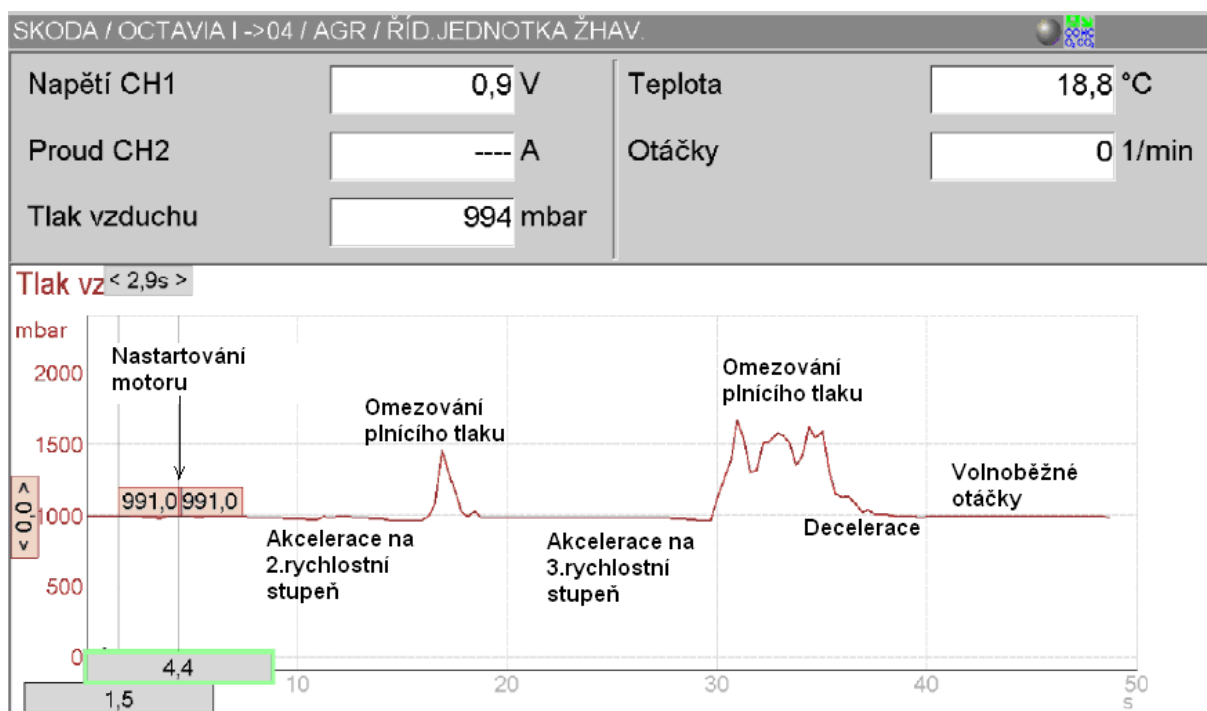
Technické údaje:

| | |
|---------------------------|--|
| Kód motoru: | AGR |
| Konstrukce: | 4 válce v řadě vznětový přeplňovaný |
| Obsah: | 1896 cm ³ |
| Vrtání: | 79,5 mm |
| Zdvih: | 95,5 mm |
| Kompresní poměr: | 19,5 : 1 |
| Jmenovitý výkon: | 66 kW (90 koní) při 4000 1/min |
| Max. točivý moment: | 202 Nm při 1900 1/min |
| Způsob přípravy směsi: | přímé vstřikování s elektronicky řízeným rozdělovacím vstřikovacím čerpadlem |
| Čištění výfukových plynů: | zpětné vedení výfukových plynů a oxidační katalyzátor. [5] |

Pneumatické Měření:

Měření omezování plnicího tlaku pneumatickým měřicím zařízením, které je součástí univerzálního diagnostického zařízení Bosch FSA710.

Měřicí zařízení, které vyhodnocuje změnu tlaku, se zapojilo paralelně k pneumatickému ovládání naklápění lopatek.

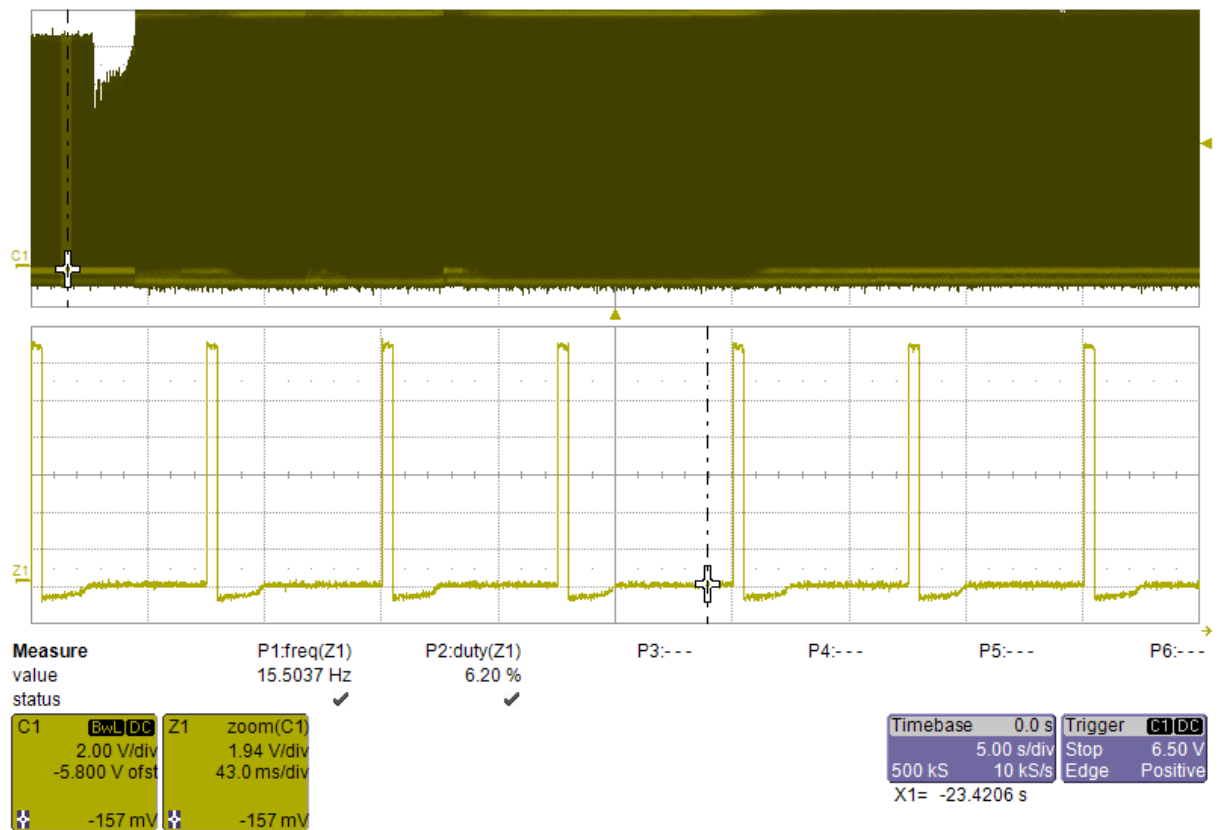


Obr.28 Průběh pneumatického řízení turbodmychadla v čase 1,5 a 4,4s

Z obrázku je patrné že, při dosažení vysokého plnicího tlaku začne elektromagnetický ventil omezovat velikost plnicího tlaku. První omezení proběhlo v 19s od počátku měření, a začalo omezovat na druhý rychlostní stupeň, kdy už byl v sání vysoký plnicí tlak. Druhé omezení proběhlo na třetí rychlostní stupeň, kdy byl motor ve vysokých otáčkách. Pneumatická regulace působí od úrovně 1000mbar (atmosférického tlaku), kdy je ventil uzavřený, až po tlak cca 1700 mbarů, kdy je ventil plně otevřený.

Měření střídý na elektromagnetickém ventilu N75:

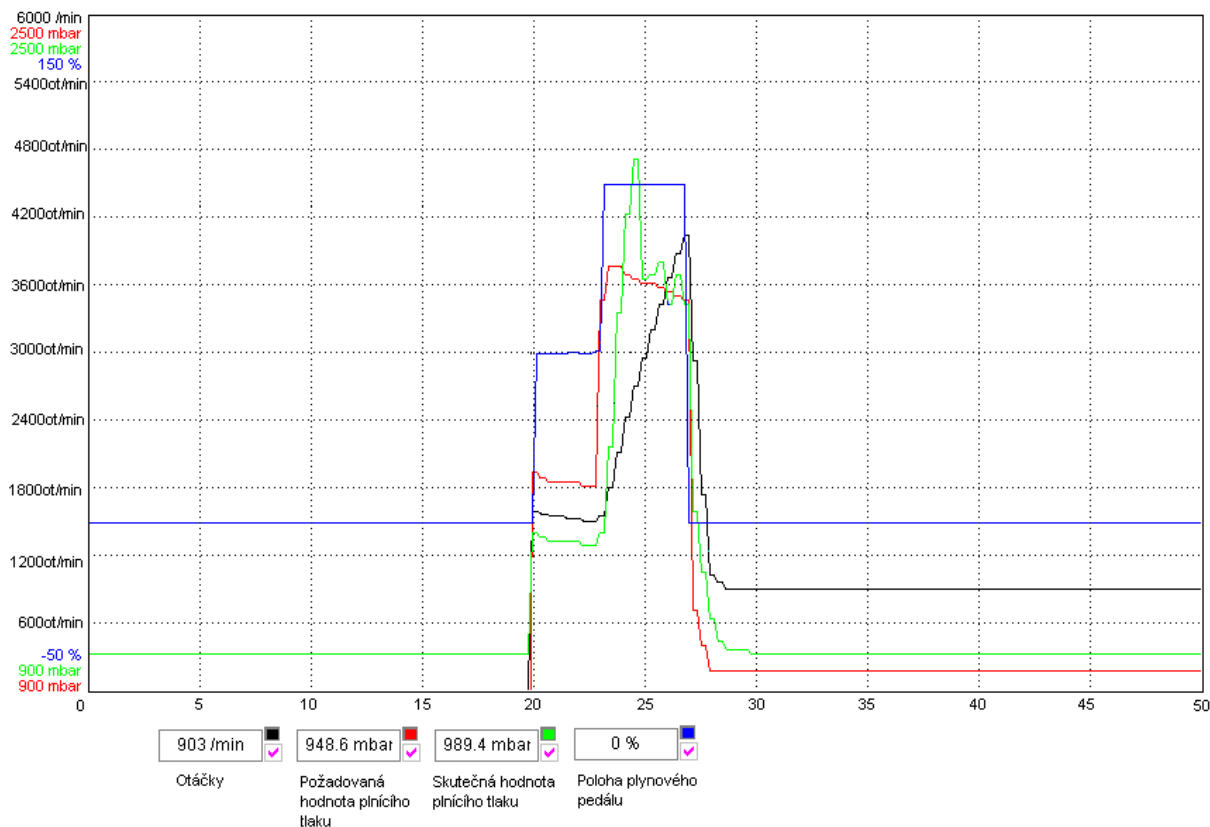
Na osciloskopu LeCroy se nastavila funkce záznamu SINGE aby zaznamenalo 50 sekund průběhu střídý. Vznikla obálka střídý s frekvencí 15Hz, kterou bylo potřeba přiblížit, aby bylo možné zobrazit střídý v kterémkoli čase měření. Po přiblížení osciloskop vypočítal frekvenci a střídý, které se musely předem na osciloskopu navoleny, aby se zobrazily.



Obr.29 Průběh střídý na el. mag. ventilu v čase $t = 1,6$ s zapnuté zapalování, vypnutý motor

Měření otáček, skutečného a žádaného plnicího tlaku a polohy plynového pedálu:

Měření se provádělo přes diagnostickou zásuvku automobilu, prostřednictvím počítače s programem VCDS.



Obr.30 Průběh otáček, poloha plynového pedálu, hodnota skutečného a žádaného plnicího tlaku

Průběhy zaznamenané programem VCDS nejsou naměřené ze začátku měření z důvodu nastartování automobilu, kdy kleslo napětí palubní sítě, a přerušila se komunikace mezi počítačem a automobilem. Komunikace se opětovně navázala, ale počáteční hodnoty nezaznamenala. Pro měření to nemělo velký vliv, neboť nejdůležitější průběh se zaznamenal. Z obrázku je vidět že regulace turbodmychadla je v pořádku. Požadovaná a skutečná hodnota plnicího tlaku se až na menší setrvačnosti kryjí.

Použity u motorů:

AUDI – AGR
SKODA – AGR
VW – AGR
VW – ALH
AUDI – ALH

Použity ve vozidlech:

AUDI A3
SEAT LEON
SEAT TOLEDO II
SKODA OCTAVIA
VW BORA
VW GOLF IV

O.E. čísla:

038145701A
038145701AV
038145701AX
038145701D
038145701DV
038145701DX

4.2 Turbodmychadlo s proměnnou geometrií turbíny VGT

U tohoto typu turbodmychadla je omezování plnicího tlaku prováděno proměnnou geometrií turbíny. Ovládání naklápění lopatek se provádí přes elektromagnetický ventil prostřednictvím podtlaku ze zásobníku podtlaku. Toto mechanické provedení umožňuje regulaci v celém rozsahu otáček.

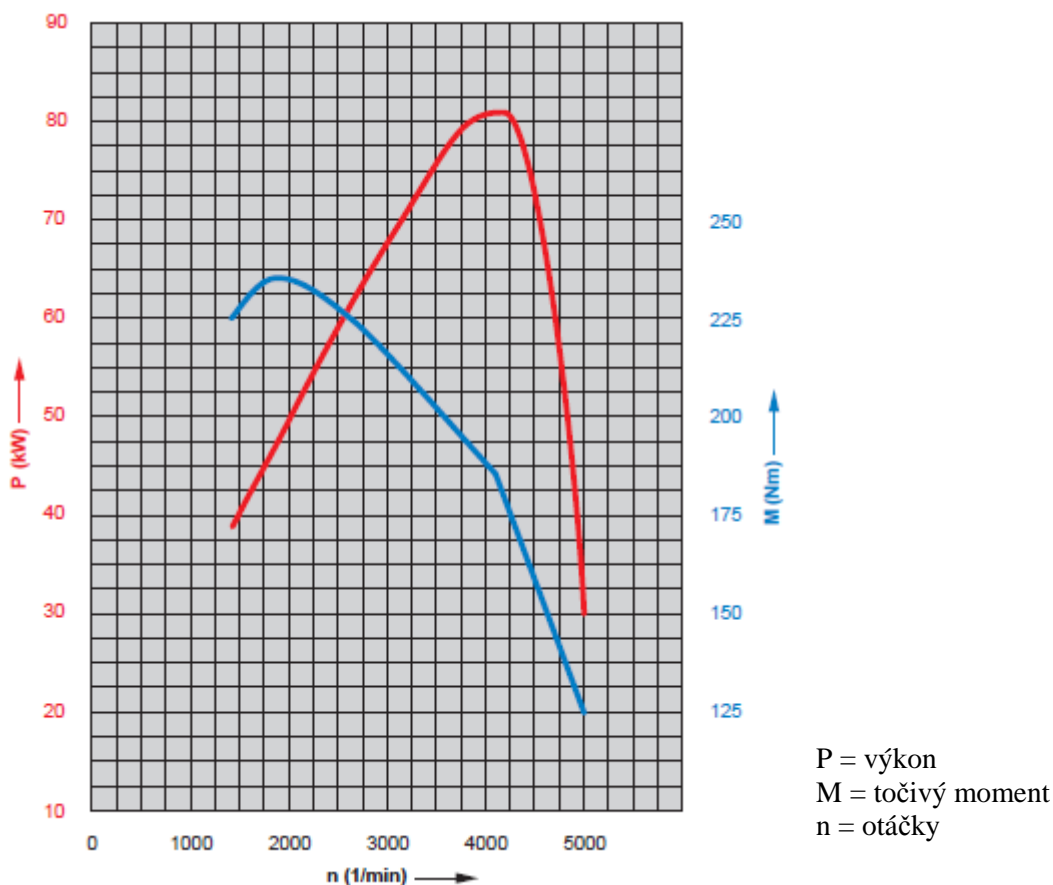
4.2.1 Kód motoru ALH

Turbodmychadlo, které je použito u tohoto motoru, je shodné s turbodmychadlem, které je použito v automobilu s kódem motoru ASV. Automobil s kódem motoru ASV a jeho specifikace jsou uvedené v další kapitole praktického měření.

4.2.2 Kód motoru ASV - Škoda Octavia 1.9 TDi 81kW

Mechanická část motoru:

- Motor vychází z motoru 66 kW-TDI.
- Přepřínování se provádí turbodmychadlem s nastavitelnými rozváděcími lopatkami; bez bypassu (obtoku). Toto řešení má rozhodující význam pro optimální využití výkonu.
- Úroveň šroubovitého zakřivení spalovacího prostoru a geometrie prohlubně ve dně pístu odpovídají výchozímu motoru. Průměr děr v pětivotrových vstřikovacích tryskách však byl zvýšen na 205mm. [6]



Obr.31 Charakteristika motoru 1,9 TDI - 81kW (ASV)[6]

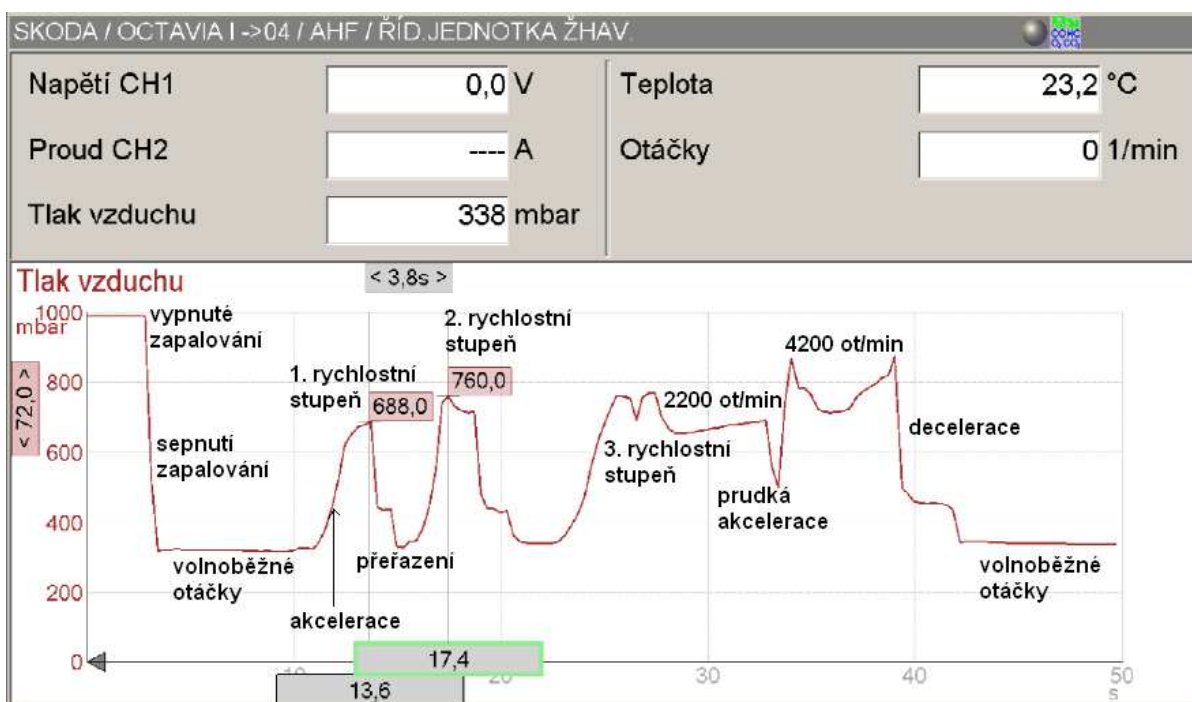
Technické údaje:

| | |
|---------------------------|--|
| Kód motoru: | ASV |
| Konstrukce: | 4 válce v řadě vznětový přepřínovaný |
| Obsah: | 1896 cm ³ |
| Vrtání: | 79,5 mm |
| Zdvih: | 95,5 mm |
| Kompresní poměr: | 19,5 : 1 |
| Jmenovitý výkon: | 81 kW (110 koní) při 4150 1/min |
| Max. točivý moment: | 235 Nm při 1900 1/min |
| Způsob přípravy směsi: | přímé vstřikování s elektronicky řízeným rozdělovacím vstřikovacím čerpadlem |
| Čištění výfukových plynů: | zpětné vedení výfukových plynů a oxidační katalyzátor [6] |

Pneumatické Měření:

Měření omezování plnicího tlaku pneumatickým měřícím zařízením, které je součástí univerzálního diagnostického zařízení Bosch FSA710.

Měřící zařízení, které vyhodnocuje změnu tlaku, se zapojilo paralelně k pneumatickému ovládání naklápění lopatek.

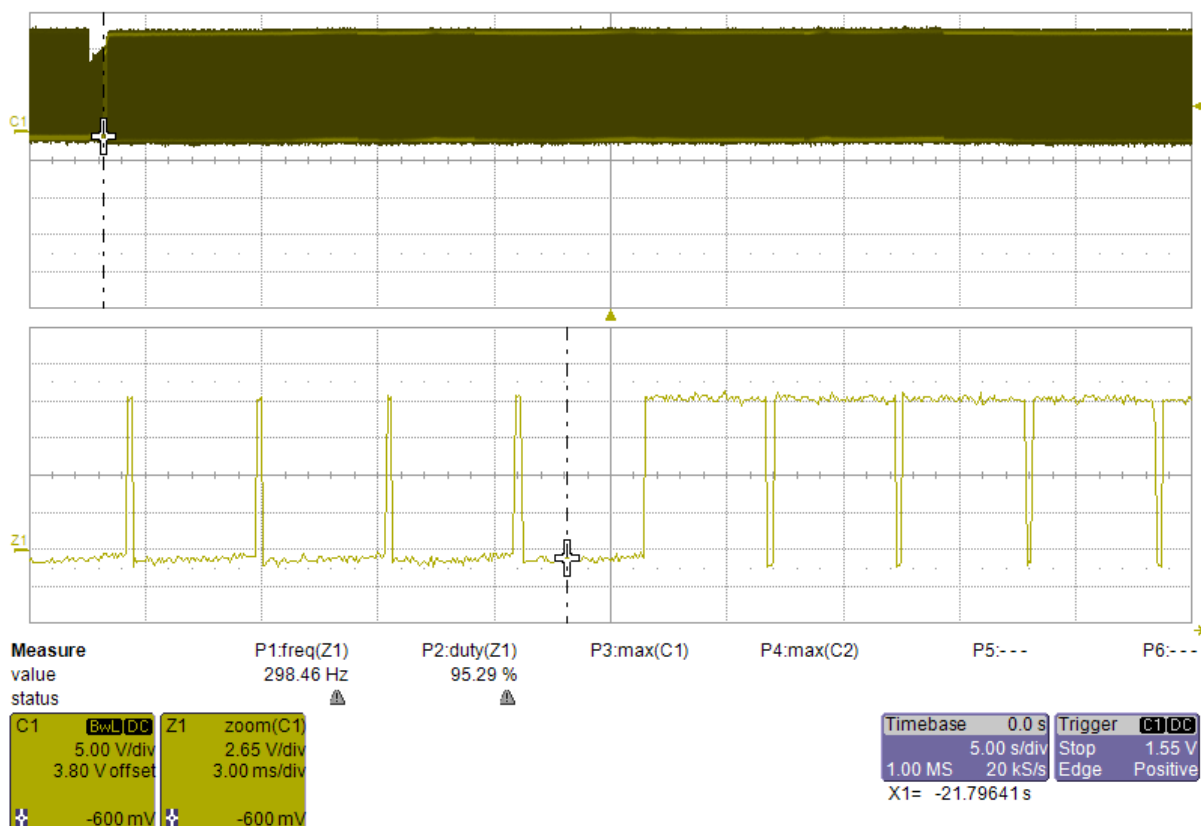


Obr.32 Průběh pneumatického řízení turbodmychadla v čase 13,6 a 17,4s

Z průběhu pneumatického řízení turbodmychadla VGT je krásně vidět dynamičnost systému omezování plnicího tlaku. Při vypnutí zapalování je v pneumatickém systému atmosférický tlak. Při sepnutí zapalování se naklápěcí lopatky natočí do maximální polohy pro vyvinutí maximálního plnicího tlaku. Po nastartování je pořád požadavek na vysoký plnicí tlak. Při akceleraci a dosažení určité hodnoty plnicího tlaku, se postupně lopatky naklápějí, aby částečně omezili plnicí tlak. Při přefazování se lopatky okamžitě natočí do maximální polohy, aby turbodmychadlo mohlo vyvinout maximální plnicí tlak. Při udržování otáček cca ve 2200 ot/min a malém požadavku na výkon je omezování částečné. Po maximálním natočení plynového pedálu (vysoký požadavek na výkon), se opět lopatky natočí do maximální polohy. Po dosažení požadovaného plnicího tlaku se začnou vracet zpět a omezovat plnicí tlak.

Měření střídý na elektromagnetickém ventilu N75:

Na osciloskopu LeCroy se nastavila funkce záznamu SINGE aby zaznamenalo 50 sekund průběhu střídý. Vznikla obálka střídý s frekvencí 300Hz, kterou bylo potřeba přiblížit, aby bylo možné zobrazit střidu v kterémkoli čase měření. Po přiblížení osciloskop vypočítal frekvenci a střidu, které se musely předem na osciloskopu navolit, aby se zobrazily.

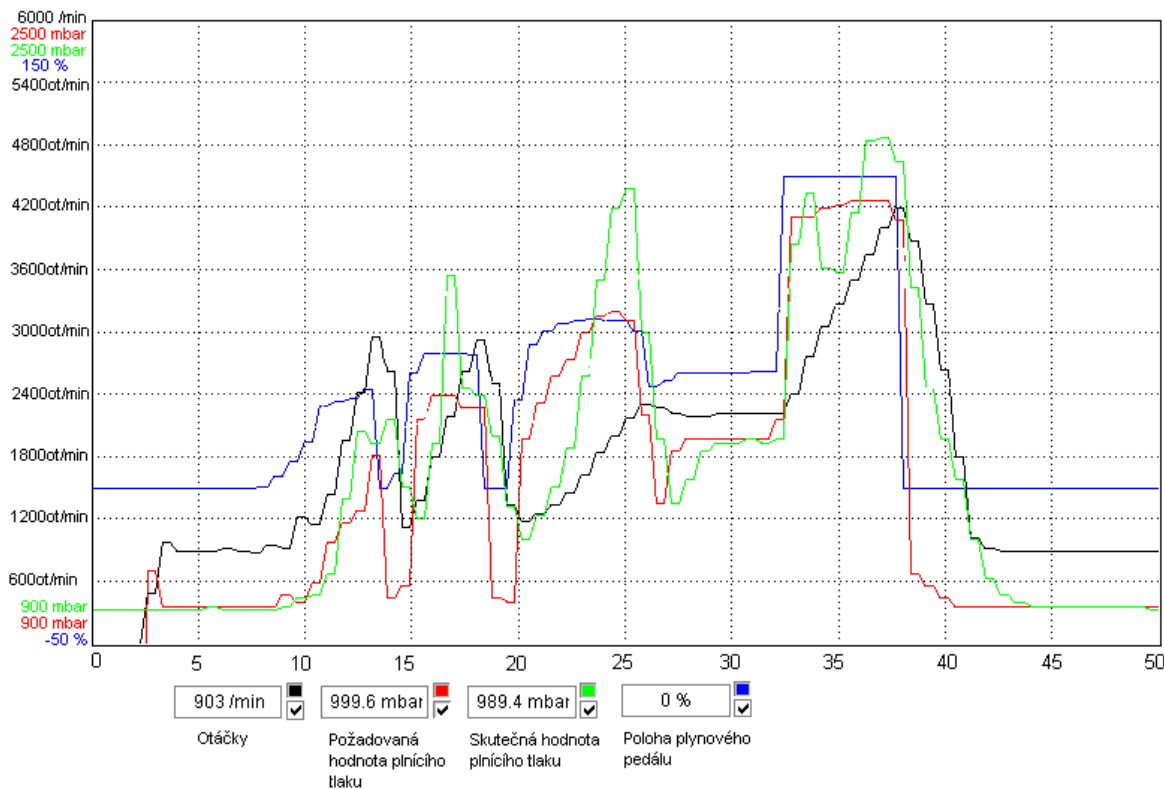


Obr.33 Změna střídý z minimální na maximální hodnotu po nastartování motoru.

Z průběhu je vidět okamžik nastartování motoru, kdy přejde střída na elektromagnetickém ventilu z nejnižší úrovně na maximální. Nejnižší úroveň odpovídá nouzovému stavu, nebo minimálnímu natočení rozváděcích lopatek. Maximální úroveň střídý odpovídá maximálnímu natočení rozváděcích lopatek a tím vysokému nárůstu plnicího tlaku.

Měření otáček, skutečného a žádaného plnicího tlaku a polohy plynového pedálu:

Měření se provádělo přes diagnostickou zásuvku automobilu, prostřednictvím počítače s programem VCDS.



Obr.34 Průběh otáček, poloha plynového pedálu, hodnota skutečného a žádaného plnicího tlaku

Z průběhu jde poznat, že systém přeplňování je v pořádku. Hodnota skutečného plnicího tlaku odpovídá žádanému plnicímu tlaku, až na menší odchylky způsobené setrvačností systému přeplňování.

Použity u motorů:

AUDI – ASV
AUDI – ATD
SEAT – ASV
SEAT – ATD
SKODA – ASV
SKODA – ATD
VW – ASV
VW – ATD

Použity ve vozidlech:

AUDI A3
SEAT ALHAMBRA
SEAT CORDOBA
SEAT LEON
SEAT TOLEDO II
SKODA OCTAVIA
VW BORA
VW GOLF IV
VW SHARAN

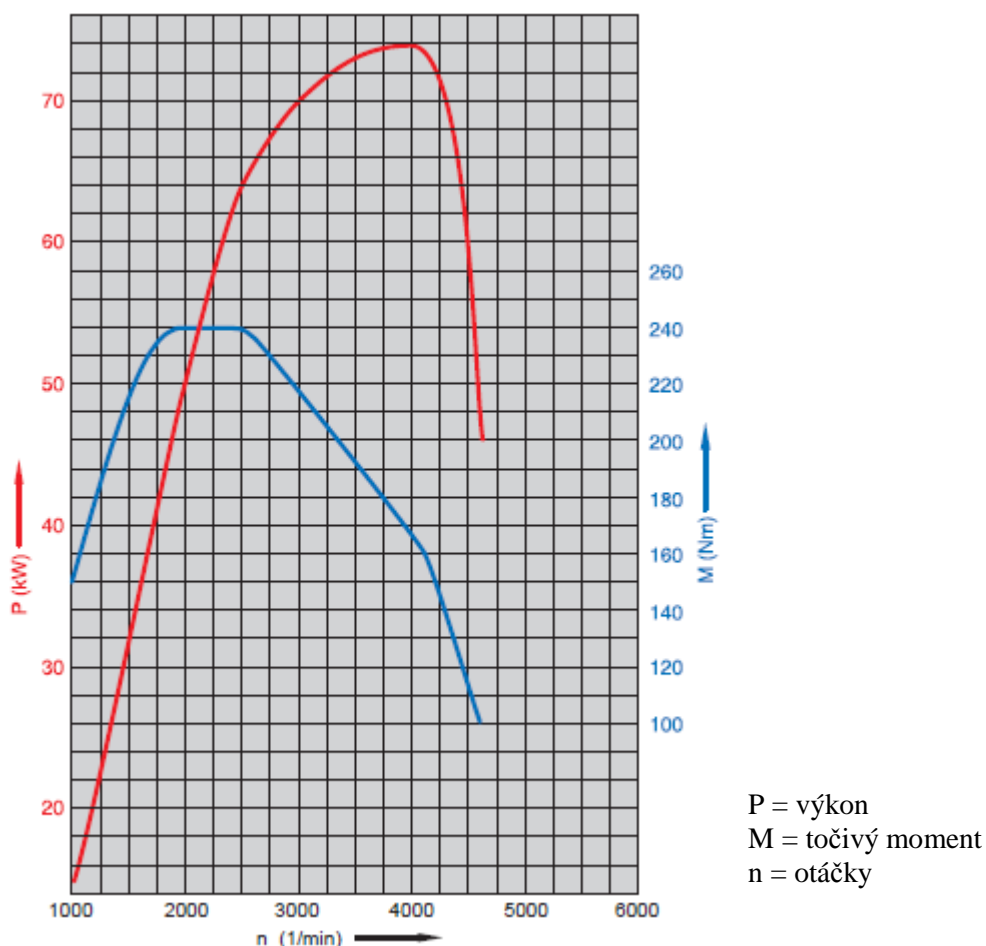
O.E. čísla:

038253019N
038253019NV
038253019NX
03G253014E
03G253014EX
03G253014EV
03G253014R
03G253014RV
03G253014RX
YM219G438B

4.2.3 Kód motoru ATD - Škoda Fabia 1.9 TDi PD 74kW

Mechanická část motoru:

- Blok válců z šedé litiny
- Hrníčková zdvihátka s hydraulickým vyrovnáváním ventilové vůle
- Každý válec má vlastní jednotku čerpadlo tryska; vysoký vstřikovací tlak 205 MPa (2050 bar).
- Ochlazování paliva, které proudí zpět do palivové nádrže vzduchovým chladičem umístěným pod podlahou vozu. [7]



Obr.35 Charakteristika motoru 1,9 TDI PD - 74kW (ATD) [7]

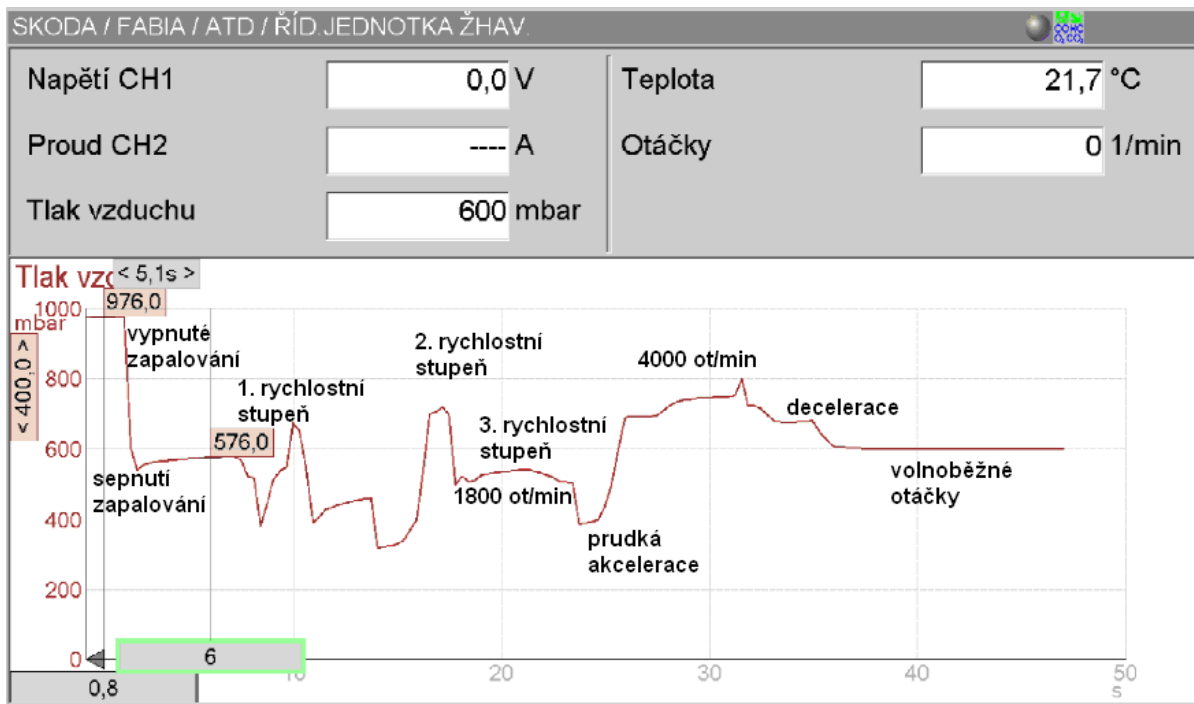
Technické údaje:

| | |
|---------------------------|--|
| kód motoru: | ATD |
| řídící jednotka: | Bosch EDC 15P |
| konstrukce: | 4 válce v řadě vznětový přeplňovaný |
| obsah: | 1896 cm |
| vrtání: | 79,5 mm |
| zdvih: | 95,5 mm |
| kompresní poměr: | 19,0 : 1 |
| jmenovitý výkon: | 74 kW/4000 ot/min |
| max. krouticí moment: | 240 Nm při 1900 až 2400 ot/min |
| čištění výfukových plynů: | zpětné vedení výfukových plynů, oxidační katalyzátor |
| emisní norma: | EU3 [7] |

Pneumatické Měření:

Měření omezování plnicího tlaku pneumatickým měřicím zařízením, které je součástí univerzálního diagnostického zařízení Bosch FSA710.

Měřicí zařízení, které vyhodnocuje změnu tlaku, se zapojilo paralelně k pneumatickému ovládání naklápění lopatek.

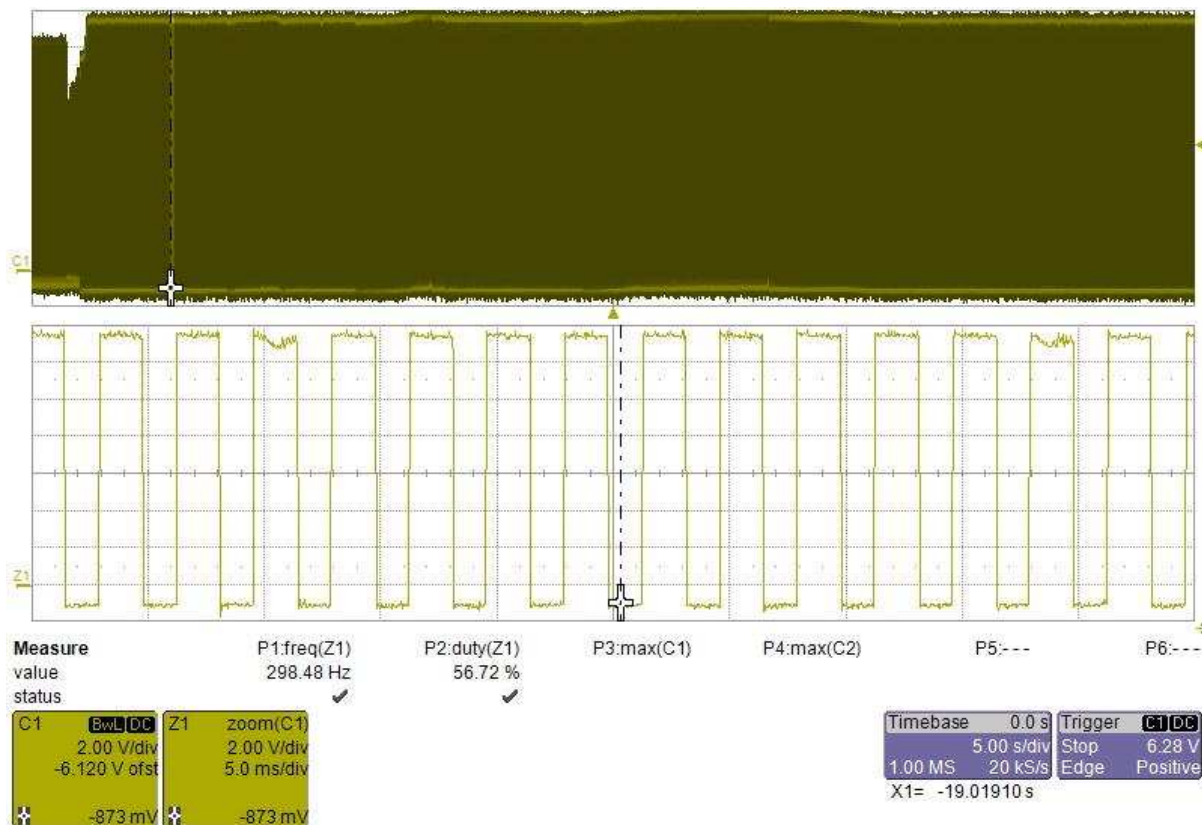


Obr.36 Průběh pneumatického řízení turbodmyhadla v čase 0,8 a 6s

U tohoto motoru bylo zjištěno, že byl přehrán software řídicí jednotky (chiptuning). Proto i naměřené průběhy mohou být zkreslené. V porovnání s předešlým měřeným motorem ASV, kde byl originální software řídicí jednotky, se systém přepínání chová trochu odlišně. Ale základní princip je zachován.

Měření střídý na elektromagnetickém ventilu N75:

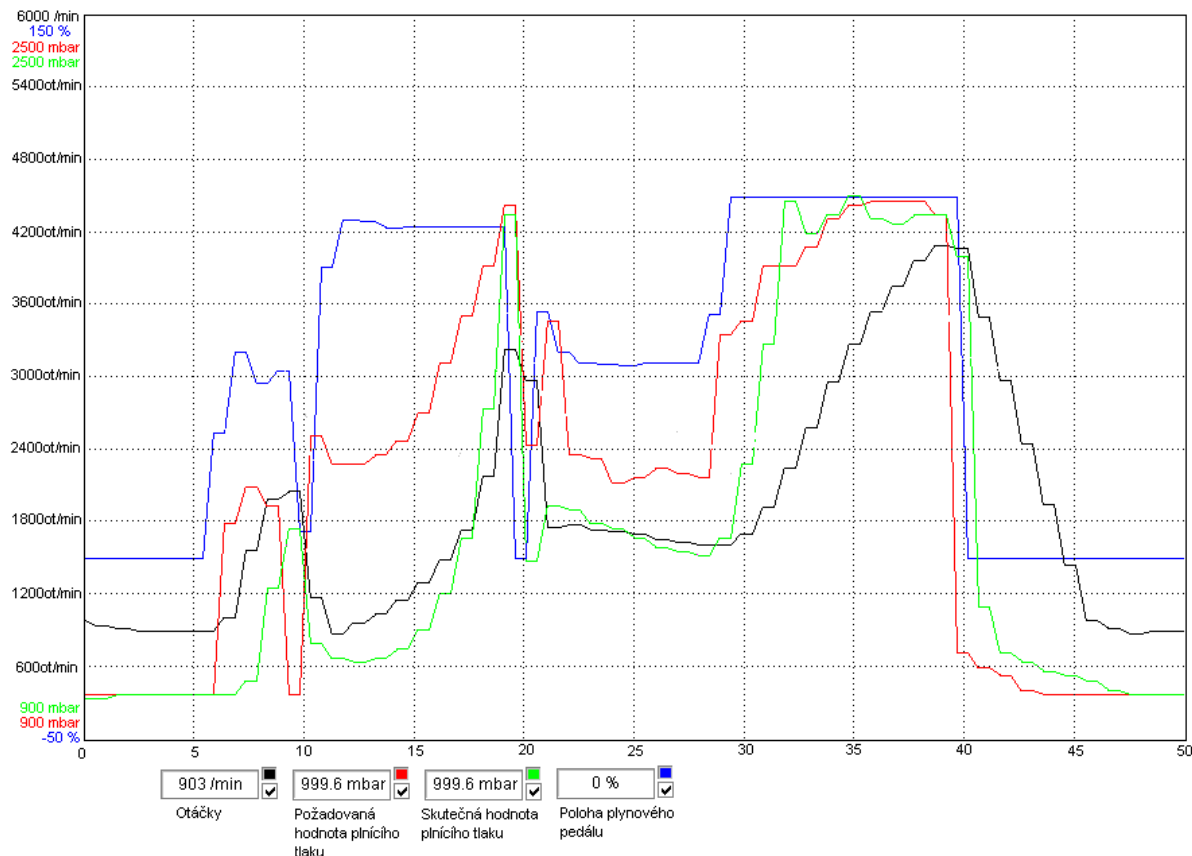
Na osciloskopu LeCroy se nastavila funkce záznamu SINGE aby zaznamenalo 50 sekund průběhu střídý. Vznikla obálka střídý s frekvencí 300Hz, kterou bylo potřeba přiblížit, aby bylo možné zobrazit střídý v kterémkoli čase měření. Po přiblížení osciloskop vypočítal frekvenci a střídý, které se musely předem na osciloskopu navolit, aby se zobrazily.



Obr.37 Průběh střídý na el. mag. ventilu v čase $t = 6$, střída = 56,72%

Měření otáček, skutečného a žádaného plnicího tlaku a polohy plynového pedálu:

Měření se provádělo přes diagnostickou zásuvku automobilu, prostřednictvím počítače s programem VCDS.



Obr.38 Průběh otáček, poloha plynového pedálu, hodnota skutečného a žádaného plnicího tlaku

Nahrání software v řídicí jednotce nebyl příliš zdařilý, výkon motoru byl v nízkých otáčkách nedostačující a ve vysokých otáčkách kdy jej nepotřebujeme, byl nárůst výkonu velký.

Použity u motorů:

VW – ATD
SKODA – ATD
VW – AXR

Použity ve vozidlech:

SEAT IBIZA IV
SKODA FABIA
SKODA OCTAVIA
VW BORA
VW GOLF IV
VW POLO

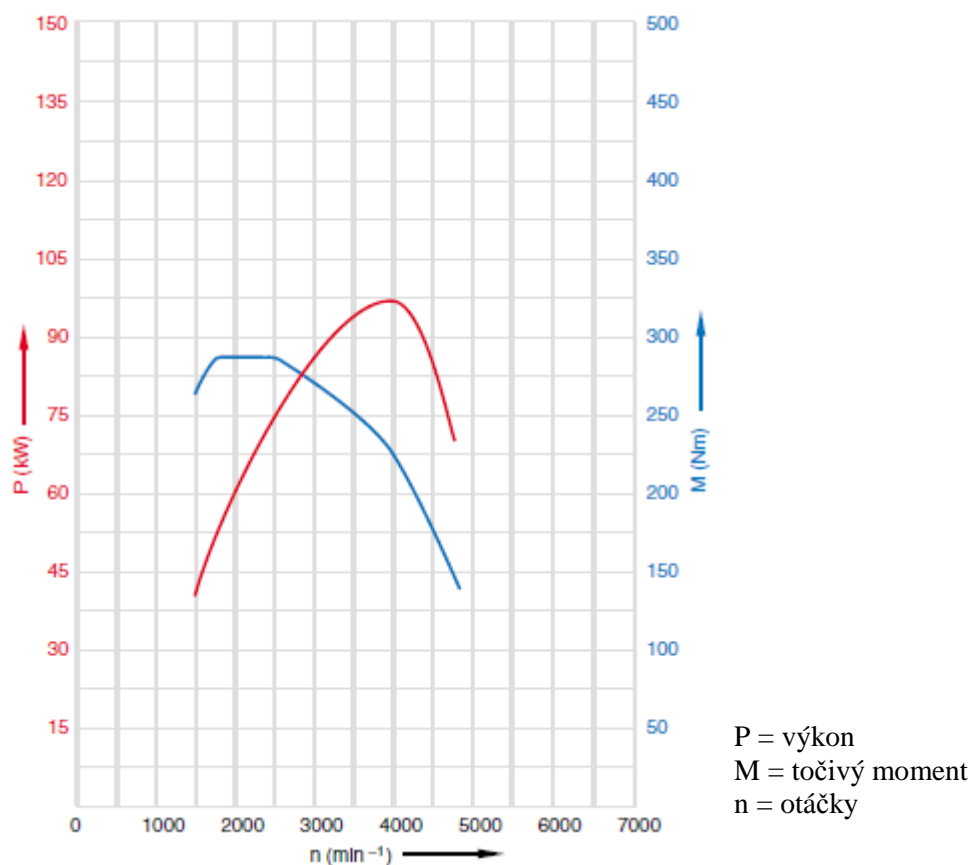
O.E. čísla:

YM219G438BA
038253019P
038253019PV
038253019PX
038253014A
038253014AV
038253014AX
038253016L
038253016B
038253016LX
038253016LV
038253016BX
038253016BV

4.2.4 Kód motoru AWX - Škoda Superb 1.9 TDi PD 96kW

Mechanická část motoru:

- Montován podélně
- S přímým vysokotlakým vstřikováním paliva (tzv. systém čerpadlo-tryska)
- Srovnatelný s motorem 1,9 / 74 kW
- Elektrický pedál akcelerační; případná závada je signalizována kontrolkou žhavení [8]



Obr. 39 Charakteristika motoru 1,9 TDI - 96kW (AWX) [8]

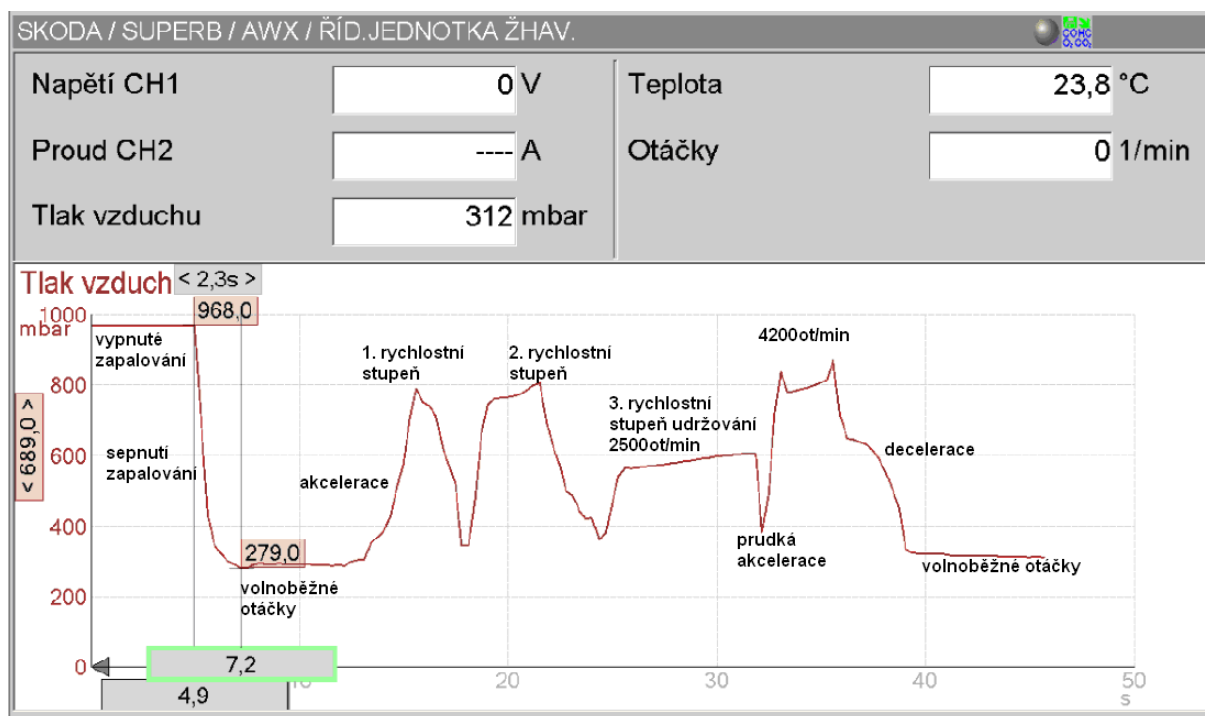
Technické údaje

| | |
|-----------------------|--|
| kód motoru: | AWX |
| konstrukce: | 4 válce v řadě vznětový přeplňovaný |
| obsah: | 1896 cm ³ |
| vrtání: | 79,5 mm |
| zdvih: | 95,5 mm |
| kompresní poměr: | 19 : 1 |
| max. výkon: | 96 kW při 4000 min ⁻¹ |
| max. krouticí moment: | 285 Nm při 1750 - 2500 min ⁻¹ |
| řídící jednotka: | Bosch EDC 15P [8] |

Pneumatické Měření:

Měření omezování plnicího tlaku pneumatickým měřicím zařízením, které je součástí univerzálního diagnostického zařízení Bosch FSA710.

Měřicí zařízení, které vyhodnocuje změnu tlaku, se zapojilo paralelně k pneumatickému ovládání naklápění lopatek.

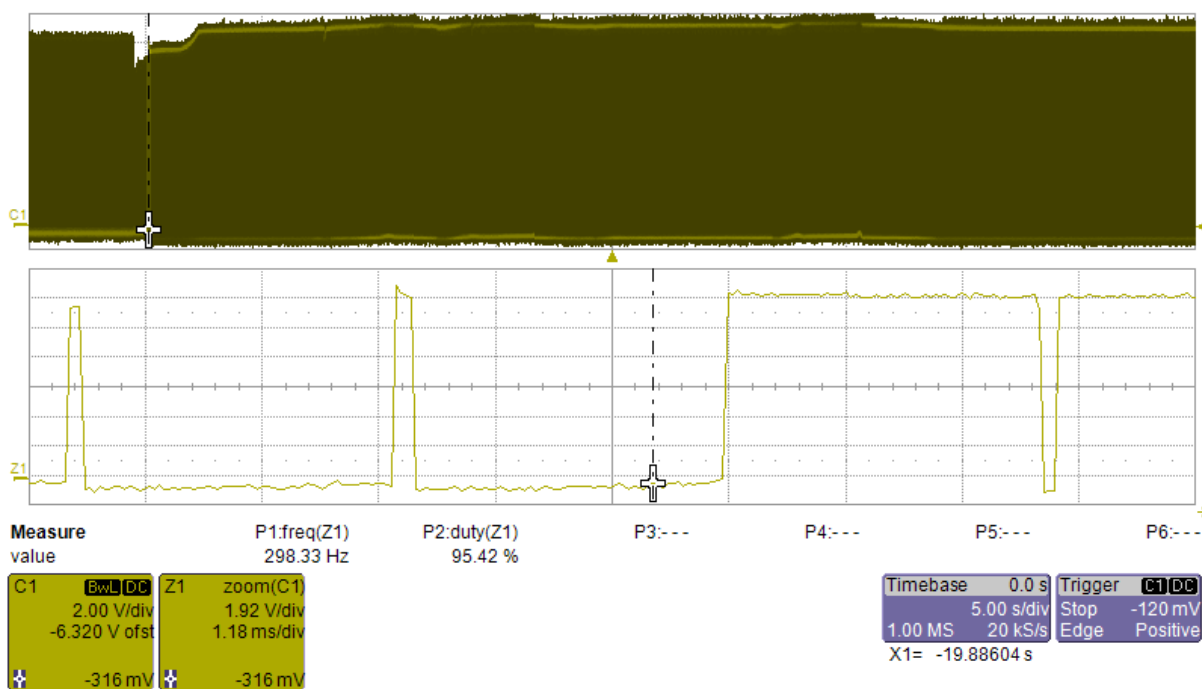


Obr.40 Průběh pneumatického řízení turbodmychadla v čase 4,9 a 7,2s

Průběh pneumatického řízení turbodmychadla je srovnatelný s průběhem naměřeným na motoru ASV.

Měření střídý na elektromagnetickém ventilu N75:

Na osciloskopu LeCroy se nastavila funkce záznamu SINGE aby zaznamenalo 50 sekund průběhu střídý. Vznikla obálka střídý s frekvencí 300Hz, kterou bylo potřeba přiblížit, aby bylo možné zobrazit střídý v kterémkoli čase měření. Po přiblížení osciloskop vypočítal frekvenci a střídý, které se musely předem na osciloskopu navolit, aby se zobrazily.

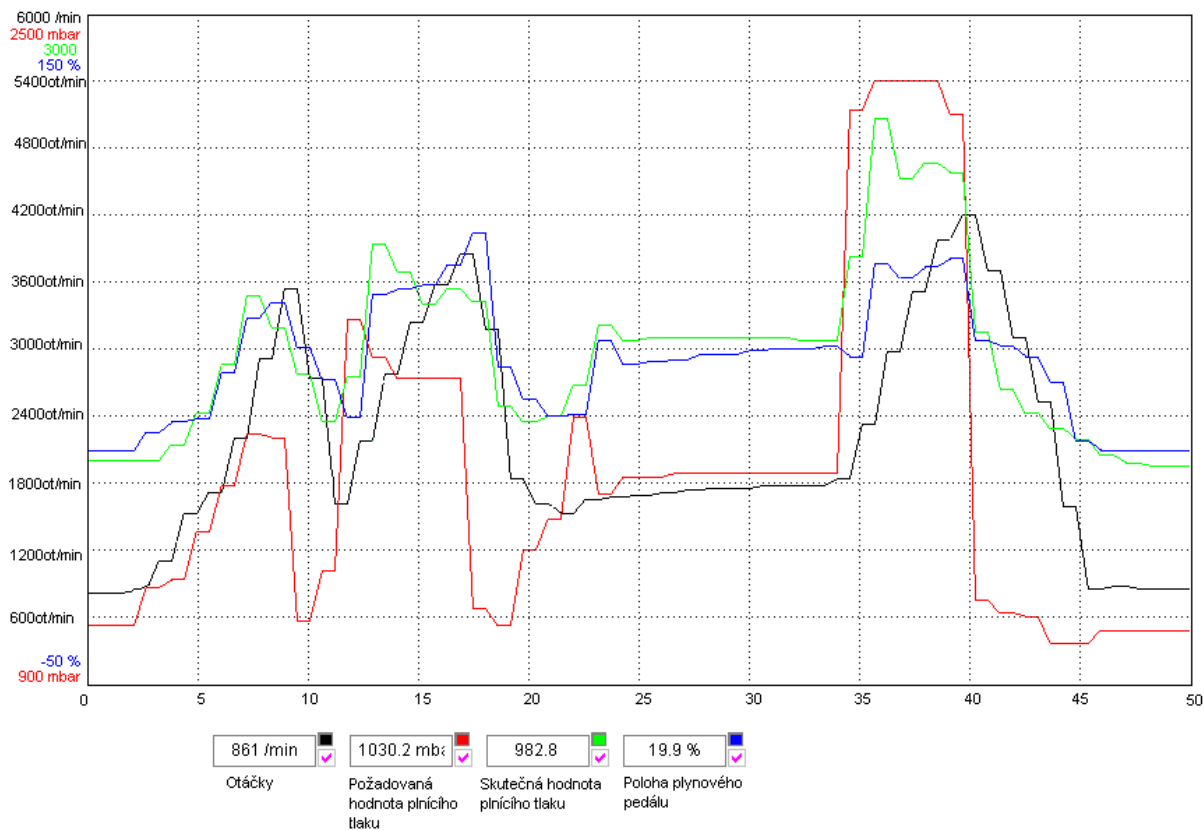


Obr.41 Průběh střídý na el. mag. ventilu v čase $t = 5,12s$, střída=95,42%

Z průběhu je vidět okamžik nastartování motoru, kdy přejde střída na elektromagnetickém ventilu z nejnižší úrovně na maximální. Nejnižší úroveň odpovídá nouzovému stavu, nebo minimálnímu natočení rozváděcích lopatek. Maximální úroveň střídý odpovídá maximálnímu natočení rozváděcích lopatek a tím vysokému nárůstu plnicího tlaku.

Měření otáček, skutečného a žádaného plnicího tlaku a polohy plynového pedálu:

Měření se provádělo přes diagnostickou zásuvku automobilu, prostřednictvím počítače s programem VCDS.



Obr.32 Průběh otáček, poloha plynového pedálu, hodnota skutečného a žádaného plnicího tlaku

Z průběhu je patrné, že regulace plnicího tlaku je pořádku, hodnota skutečného plnicího tlaku kopíruje hodnotu požadovaného, až na malou odchylku, která je v toleranci.

Použity u motorů:

VW – AVF
AUDI – AVF
AUDI – AWF
WV – AWX
WV – BGX
AUDI – BLB
AUDI – BNA
AUDI – BPW
AUDI – BRE
AUDI – BRF

Použity ve vozidlech:

AUDI A4
AUDI A6
SKODA SUPERB
VW PASSAT

O.E. čísla:

038145702E
038145702G
038145702L
038145702LV
038145702LX
038145702J
038145702JV
038145702JX
038145702GV
038145702GX

5. Seznam použité literatury:

- [1] *Cs.wikipedia.org* [online]. 2004, poslední změna 6. 4. 2010 [cit. 2010-04-27]. Vznětový motor. Dostupné z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Vzn%C4%9Btov%C3%BD_motor>.
- [2] *Elektronika a řízení zážehových motorů, principy a prostředky : Přednáška 5*. Ostrava : Ing. Petr Šimoník, Ph.D. , 2009. 16 s.
- [3] *Turbodmychadla.webnode.cz* [online]. 2008 [cit. 2010-04-27]. Historie vývoje turbodmychadel. Dostupné z WWW: <<http://turbodmychadla.webnode.cz/historie/>>.
- [4] *Turbodmychadla.webnode.cz* [online]. 2008 [cit. 2010-04-27]. Jak funguje turbodmychadlo. Dostupné z WWW: <<http://turbodmychadla.webnode.cz/jak-funguje/>>.
- [5] S00.2003.75.17 . *Vznětový motor 1,9 l TDI : SERVICE 16*. Mladá Boleslav : ŠKODA, automobilová a.s., 1996. 59 s. Dostupné z WWW: <<http://prassat.ic.cz/data/passat/tdi%20-%20princip.pdf>>.
- [6] S00.2003.81.15 . *Vznětové motory 1,9 l/50 kW SDI, 1,9 l/81 KW TDI : SERVICE 22*. Mladá Boleslav : ŠKODA AUTO a.s., 1997. 26 s. Dostupné z WWW: <http://prassat.ic.cz/data/passat/sesit_skoda_tdi.pdf>.
- [7] *Fabia motor 1,9TDI čerpadlo-tryska : SERVICE 36*. Mladá Boleslav : ŠKODA AUTO a.s., 2000. 47 s.
- [8] S00.2003.46.15. *Škoda Superb představení vozidla část I : SERVICE 46*. Mladá Boleslav : ŠKODA AUTO a.s., 2001. 39 s.

6. Závěr

V této bakalářské práci, která se zabývá analýzou přepřňování motorů 1.9 TDi a TDi PD koncernu Volkswagen, byly přiblíženy druhy používaných přepřňování, jejich funkce a podrobný popis mechaniky turbodmychadel. Dále byla popsána a vysvětlena funkce akčních členů a čidel podílejících se na řízení systému přepřňování.

V praktické části této práce byly naměřeny hodnoty střídý na elektromagnetickém ventilu a hodnoty tlaku na pneumatickém ovládání turbodmychadla, v dynamickém režimu motoru. Výsledky prováděných analýz mohou posloužit jak k odhalení případné závady na systému přepřňování motorů 1.9 TDi a TDi PD koncernu Volkswagen, tak při teoretické výuce předmětu Automobilová elektronika. V příloze je přiložena laboratorní úloha, která poslouží ve cvičeních předmětu automobilová elektronika k názornému seznámení studentů s funkcí systému přepřňování.

Při analýze přepřňování byly zjištěny tyto poznatky. Frekvence střídý u turbodmychadla řízeného obtokovým ventilem byla 15Hz a ovládání obtokového ventilu bylo prostřednictvím přetlaku vyvinutého turbodmychadlem. U turbodmychadla řízeného proměnnou geometrií lopatek byla frekvence střídý 300Hz a ovládání náklapčích lopatek pomocí podtlaku odebíraného ze zásobníku podtlaku.

U staršího turbodmychadla řízeného obtokovým ventilem, se doporučovalo v určených intervalech udržovat motor ve vysokých otáčkách, aby se obtokový ventil otevřel. Pokud se tak neučinilo, ventil se zanesl, protože v nejčastěji používaném režimu jízdy je přepouštěcí ventil zavřený.

Novější turbodmychadlo s proměnnou geometrií turbíny, tímto problémem netrpí, je neustále regulováno v celém rozsahu otáček.

7. Seznam příloh

Příloha I: Laboratorní úloha

Příloha II: Vypracování laboratorní úlohy

Příloha III: Připojení diferenciální sondy ve vozidle Škoda Octavia 66kW (AGR)

Příloha IV: Připojení pneumatického měřicího zařízení vozidle Škoda Octavia 66kW (AGR)

Příloha V: Kód motoru AGR - Škoda Otavia 1.9 TDi 66kW

Příloha VI: Kód motoru ASV - Škoda Otavia 1.9 TDi 81kW

Příloha VII: Kód motoru ATD - Škoda Fabia 1.9 TDi PD 74kW

Příloha VIII: Kód motoru AWX - Škoda Superb 1.9 TDi PD 96kW